

JOSÉ NATALINO MACEDO SILVA

EFICIÊNCIA DE DIVERSOS TAMANHOS E FORMAS DE UNIDADES DE AMOS-
TRAS APLICADAS EM INVENTÁRIO FLORESTAL NA REGIÃO DO BAIXO
TAPAJÓS

*Dissertação submetida à consideração
da Comissão Examinadora, como requi-
sito do Título de "Mestre em Ciên-
cias - M.Sc.", no Curso de Pós-Gra-
duação em Engenharia Florestal do Se-
tor de Ciências Agrárias da Universi-
dade Federal do Paraná.*

CURITIBA

1980



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS


COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

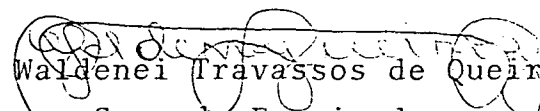
P A R E C E R

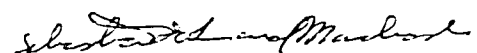
Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato JOSÉ NATALINO MACEDO SILVA, sob o título "EFICIÊNCIA DE DIVERSOS TAMANHOS E FORMAS DE UNIDADES DE AMOSTRAS APLICADAS EM INVENTÁRIO FLORESTAL NA REGIÃO DO BAIXO TAPAJÓS", para obtenção do grau de Mestre em Ciências - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração MANEJO FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

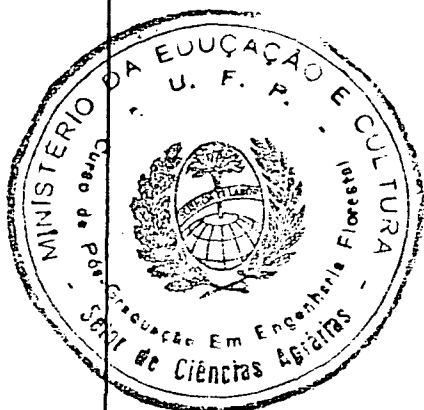
Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 03 de dezembro de 1980


Professor João Carlos Chagas Campos, Ph.D
Primeiro Examinador


Professor Waldenei Travassos de Queiroz, M.Sc
Segundo Examinador


Professor Sebastião do Amaral Machado, Ph.D
Presidente



A

memória de meus pais

A minha esposa e

meus filhos

A meus irmãos

DEDICO

BIOGRAFIA

José Natalino Macedo Silva, filho de Leonildes Gomes da Silva e Osmarina Macedo Silva, nasceu em Belém, no Estado do Pará, no dia 24 de dezembro de 1946.

Concluiu o curso primário no Colégio Suíço-Brasileiro e o secundário no Colégio Estadual Augusto Meira.

Em 1968, iniciou o curso de Engenharia Florestal, graduando-se em 1971.

Em 1972, exerceu atividades de professor colaborador na disciplina de Dendrometria da então Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná. No mesmo ano, ingressou no quadro de Engenheiros Florestais da Delegacia Estadual do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal do Pará, tendo sido responsável pela coordenação e execução do Inventário Florestal da Rodovia Santarém-Cuiabá.

Em 1974, transferiu-se para o Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, onde exerceu o cargo de Chefe de Estação de Pesquisas Florestais do Tapajós, até fins de 1976.

Em 1977, iniciou o curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, tendo concluído os créditos em 1978. Ainda nesse ano, ingressou no quadro de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, onde atualmente exerce o cargo de coordenador do Programa Nacional de Pesquisa Florestal, no âmbito do CPATU - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições que colaboraram de maneira decisiva para a realização deste trabalho.

Aos orientadores, Professores Sebastião do Amaral Machado, Sylvio Péllico Neto e Roberto Tuyoshi Hosokawa, pelo apoio, incentivo e valiosas sugestões apresentadas.

Em especial ao Professor Dietrich Burger, pela elaboração do programa, com o qual efetuou-se o processamento dos dados desta pesquisa.

Ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, de onde se originaram os dados de inventário florestal utilizados neste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio financeiro e institucional prestados durante a realização do curso.

Aos chefes do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Drs. Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento, José Furlan Jr. e Virgílio Libonati, pelo interesse demonstrado e ajuda oferecida durante a realização da pesquisa.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela aceitação do autor para frequentar o curso.

Aos colegas Engenheiros Florestais Jorge Alberto Gazel Yared e Luciano Marques, pelo apoio prestado na coleta de

dados.

Ao técnico agrícola Valdir Cortinhas Siqueira, pela sua dedicada colaboração na coleta de dados.

Aos demais Professores, funcionários e colegas de curso e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para que os objetivos deste trabalho pudessem ser atingidos.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Quadros	viii
Lista de Figuras	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1. TAMANHOS DE UNIDADES DE AMOSTRA	4
2.2. FORMAS DE UNIDADES DE AMOSTRA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	13
3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS BÁSICOS	15
3.2.1. INVENTÁRIO FLORESTAL	15
3.2.2. DADOS PARA EQUAÇÃO DE VOLUME	16
3.2.3. TAMANHOS E FORMAS ESTUDADAS	19
3.2.4. ESTUDOS DE TEMPO	20
3.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE	25
3.3.1. PROCESSO DE AMOSTRAGEM	25
3.3.2. SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM	26
3.3.3. ESCOLHA DO TAMANHO E FORMA OTIMIZANTES	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1. EQUAÇÕES DE VOLUME	30
4.2. INVENTÁRIO FLORESTAL	30
4.3. ESTUDO DOS TEMPOS DE MEDIÇÃO	34

	Página
4.4. SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM	38
4.4.1. NÚMERO DE ÁRVORES E OCORRÊNCIA DE PARCELAS-ZE- RO NAS SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM	44
4.5. EFICIÊNCIAS RELATIVAS	55
5. CONCLUSÕES	59
6. RESUMO	61
SUMMARY	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE	68

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1. Tamanhos, formas e dimensões das unidades amostrais usadas na população A: diâmetros variando de 15 a 44,9 cm	21
2. Tamanhos, formas e dimensões das unidades amostrais usadas na população B: diâmetros iguais ou superiores a 45 cm	22
3. Resultados dos testes de equações volumétricas.	31
4. Tempos totais de medição em minutos, de unidades de amostra na população A	36
5. Tempos totais de medição em minutos, de unidades de amostra na população B	37
6. Tempos médios gastos para estabelecer e medir unidades de amostra nas populações A e B	39
7. Resultados dos testes de equações de tempo para a população A	40
8. Resultados dos testes de equações de tempo para a população B	41
9. Estatísticas obtidas com simulações de amostragem na população A	42
10. Estatísticas obtidas com simulações de amostragem na população B	43

QUADRO

Página

11. Número observado de árvores e ocorrência de <u>par</u> celas-zero nas simulações de amostragem. Popu- lação A	53
12. Número observado de árvores e ocorrência de <u>par</u> celas-zero nas simulações de amostragem. Popu- lação B	54
13. Eficiências relativas de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra na população A ..	56
14. Eficiências relativas de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra na população B ..	57
15. Nomes vulgares, nomes científicos e famílias en- contradas na área experimental	70
16. Frequência por espécie e classe de diâmetro ...	80
17. Volume por espécie e classe de diâmetro	82

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Localização da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós.	14
2. Croqui da área experimental	17
3. Representação esquemática do estabelecimento de unidades de amostra para estudo de tempo	23
4. Histograma de frequência por classes de 10 cm de diâmetro	33
5. Distribuição do volume comercial bruto por classes de 10 cm de diâmetro	35
6. Efeito do aumento da área de unidades de amostra circulares no coeficiente de variação. População A.	45
7. Efeito do aumento da área de unidades de amostra quadradas no coeficiente de variação. População A	46
8. Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares no coeficiente de variação. População A	47
9. Efeito do aumento da área de unidades de amostra circulares no coeficiente de variação. População B.	48
10. Efeito do aumento da área de unidades de amostra quadradas no coeficiente de variação. População B.	49

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11. Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares de 10 metros de largura no coeficiente de variação. População B | 50 |
| 12. Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares de 20 metros de largura no coeficiente de variação. População B. | 51 |

1. INTRODUÇÃO

A planificação de inventários florestais requer o exame de uma série de problemas que vão desde a decisão sobre as informações requeridas, até os métodos de cálculo e compilação dos resultados.

Um desses problemas diz respeito à escolha do tamanho e forma das unidades de amostra a serem usadas na amostragem. A decisão, como recomenda HUSCH¹¹, não deve ser baseada apenas na preferência pessoal do planejador, mas alicerçada em uma pesquisa específica, visando determinar o tamanho e a forma que, para as condições da região em estudo, proporcionem as informações desejadas com um mínimo de custo.

Segundo NYSSONEN¹⁹, a atividade de inventário florestal na Amazônia Brasileira, iniciou na década de 50, com a vinda de uma missão da FAO, cujos levantamentos cobriram cerca de 20 milhões de hectares. A amostragem era executada em faixas, geralmente de 10 quilômetros de comprimento, nas quais, o terceiro, sexto e décimo quilômetro eram enumerados, utilizando-se unidades de amostra de 1 quilômetro de comprimento por 10 metros de largura.

Atualmente, o processo de amostragem em dois estágios

tem sido preferido pela maioria das instituições que realizam levantamentos na região. O segundo estágio, via de regra, é composto por um ou mais conglomerados, formados por quatro unidades de registro de forma retangular, cada uma com área de 2.500 m^2 , perfazendo um total de 1 ha.

Geralmente, os volumes por unidade de área têm sido calculados a partir do diâmetro mínimo de comercialização de 45 cm. Nenhuma informação tem sido dada sobre a população de diâmetros inferiores, a qual, teoricamente, constitui a floresta residual após a exploração comercial. Dados sobre volume e área basal das árvores de diâmetros inferiores ao mínimo considerado poderiam ser obtidos sem um custo adicional elevado, se, juntamente com a enumeração principal, fosse feita uma subamostragem ou amostragem paralela, utilizando parcelas de tamanho e forma adequadas para a população em questão.

A insuficiência de investigações no sentido de determinar tamanho e forma de unidades de amostra apropriadas para inventários da floresta tropical úmida brasileira motivou este trabalho, o qual pretendeu contribuir para um melhor planejamento dos inventários florestais na Amazônia.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo central da presente pesquisa foi determinar, com base na precisão e nos tempos de medição correspondentes, combinações tamanho-forma de unidades de amostra mais eficientes para aplicação em inventários da floresta tropical úmida.

da brasileira, considerando duas populações:

- a) árvores com diâmetros variando de 15 a 44,9 cm.
- b) árvores com diâmetros iguais ou superiores a 45 cm.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. TAMANHOS DE UNIDADES DE AMOSTRA

MESAVAGE & GROSENBAUGH¹⁷ afirmam que estimativas sem tendência do volume de uma floresta podem ser obtidas utilizando-se unidades de amostra de qualquer tamanho, desde que sua localização não seja tendenciosa. No entanto, deve existir um intervalo limitado de tamanhos no qual a eficiência da amostragem é máxima. O tamanho ótimo pode variar de uma amostragem para outra, dependendo do grau de agrupamento das árvores e do custo. Estes autores, comparando a eficiência de diversos processos de amostragem, mostraram que, com poucas exceções, a precisão das estimativas, usando igual intensidade, aumenta na medida em que as unidades de amostra se tornam menores e mais numerosas. O custo total, nesse caso, aumenta, enquanto que o erro de amostragem em porcentagem decresce mais rapidamente que o aumento do custo.

Na amostragem de floresta onde as árvores são de grande porte e se distribuem de forma espalhada ou agrupada, as unidades de amostra de maior tamanho foram mais eficientes que as de menor tamanho usadas.

Para NASH & ROGERS¹⁸, o tamanho da unidade de amostra está relacionado com a precisão estatística. Segundo esses autores, para uma mesma intensidade de amostragem, o uso de unidades pequenas resulta em uma maior precisão que se forem usadas unidades grandes. Porém, estabelecem que a unidade de amostra deve ter um tamanho tal que, em média, 7 a 15 árvores sejam medidas. Alertam para o fato de que, à medida em que o tamanho das unidades de amostra diminui, o número total de árvores de bordadura aumenta, considerando-se o número total de unidades para atender uma determinada precisão. Isto implica em um maior controle a ser exercido pelo líder da equipe sobre as árvores limítrofes.

Segundo a FAO⁴, quanto menores forem as unidades de amostra, maior será a precisão do levantamento, considerando-se a mesma intensidade. Todavia, cada elemento da amostra deve dar uma imagem representativa da floresta. Por isso, estabelece que, para florestas tropicais, parcelas muito pequenas (0,01 ha, por exemplo), não seriam aconselháveis para fazer estimativas do volume comercializável. Sugere unidade de 1 acre (cerca de 0,5 ha) como uma solução adequada para inventários de florestas tropicais.

De acordo com FREESE⁷, a relação entre o tamanho da unidade de amostra e a variabilidade é fortemente influenciada pelo tamanho dos grupos de árvores e dos espaços abertos entre elas, ou, em outras palavras, pela distribuição espacial. Em geral, as amostras de tamanho suficiente para incluir alguns grupos e alguns vazios mostrarão menor variação que as

estimativas feitas com amostras menores, as quais podem se situar inteiramente dentro de um grupo de um vazio.

Sobre a influência da distribuição espacial, COX*, citado por LOETSCH et al¹⁶, estudando as relações do coeficiente de variação com o índice de heterogeneidade σ^2/μ (razão entre a variância e a média), verificou que o coeficiente de variação aumenta com o aumento da magnitude de σ^2/μ e esse aumento é tanto maior quanto menores forem as unidades de amostra. Quando se aumenta o tamanho das unidades, o valor do índice de heterogeneidade tende a aumentar. Segundo esses mesmos autores, isto é explicado pelo fato de que o efeito dos grupos de árvores varia com o tamanho da unidade de amostra. O índice σ^2/μ não é afetado somente em distribuições absolutamente aleatórias. Ele depende do tamanho das unidades de amostra, não apenas em distribuições sistemáticas, mas, particularmente, em distribuições agrupadas de indivíduos.

HETHERINGTON¹⁰ comenta que em povoamentos uniformes, como é o caso de plantações, onde o crescimento e estoque são homogêneos, a mudança no tamanho das unidades de amostra teria pouco efeito sobre a variabilidade relativa. Em povoamentos que não apresentam tal uniformidade, a variabilidade entre amostras dependerá de como o tamanho dos grupos de árvores está relacionado com o tamanho das unidades de amostra. Se estas estiverem situadas inteiramente dentro de um grupo ou de

* COX, F. Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationem mit Hilfe von Abstandsmessungen. Reinbek, Hamburg, Mitt. Bundesforsch anst. Forst-u Halzwirtsch n. 87, 1971. 161 p.

uma clareira, então a variabilidade será maior que se o tamanho for tal que sempre contenha algumas árvores.

HEINSDIJK*, citado por HUSCH¹², afirma que, em florestas tropicais, as unidades pequenas podem resultar em um número muito grande de amostras-zero, e nesse caso, a aplicação da teoria da distribuição normal pode não ser apropriada.

HUSCH¹¹ sugere como norma para eleger o tamanho da parcela, que esta contenha um número de árvores representativo, sem que, ao mesmo tempo, seja grande demais a ponto de necessitar demasiado tempo para sua medição. Aconselha partir de um número básico de 20 árvores e escolher um tamanho de parcela tal que, dadas as condições da floresta, possa resultar esse número.

QUEIROZ²⁰, estudando os efeitos da variação na estrutura das unidades de amostra no processo de amostragem em conglomerados, verificou que o coeficiente de variação decresceu exponencialmente com o aumento do tamanho da subunidade de amostra, estabilizando-se levemente quando esta atingiu 0,32 hectares, tamanho esse determinado como ideal para as unidades de registro dos conglomerados.

NYSSONEN¹⁹ sugere para inventários florestais na Amazônia, o uso de unidades de amostra de 1,2 hectares, compostas

* HEINSDIJK, D. Zero sampling units in forest inventories. Bol. Set. Inv. Flor. 8, 1965.

de 12 unidades de registro de 1.000 m^2 cada. Como outra alternativa, estabelece 16 subunidades de 1.000 m^2 , totalizando 1,6 hectares para a unidade de amostra.

TELLO²³, comparando diversos tamanhos e formas de unidades de amostra em florestas de Araucaria angustifolia no Sul do Brasil, concluiu que as unidades de 1.000 m^2 foram mais eficientes que os demais tamanhos testados.

Já para florestas plantadas de Eucalyptus alba, SILVA²¹ verificou que as unidades de 250 m^2 , englobando 50 árvores, foram as mais eficientes dentre os demais tamanhos estudados.

Para o estabelecimento de um programa de parcelas permanentes na floresta tropical úmida, SYNNOTT²² recomenda um tamanho padrão de 1 hectare, a fim de que métodos uniformes de processamento de dados, análise e interpretação dos resultados possam ser usados e os resultados possam ser comparados internacionalmente.

2.2. FORMAS DE UNIDADES DE AMOSTRA

Para HETHERINGTON¹⁰, as unidades de amostra podem assumir qualquer forma. Os principais fatores que influenciam na escolha da forma da unidade são a extensão do perímetro e a facilidade de estabelecimento. Teoricamente, as unidades de amostra circulares deveriam ser mais eficientes, porque dão maior relação área-perímetro e, nesse caso, a probabilidade de ocorrência de árvores limítrofes é minimizada. O total de caminhamento durante a medição é também tornado mínimo. Segundo

o autor, as unidades de amostra circulares são de uso comum, provavelmente pelas razões expostas acima. Além da forma circular, o autor ainda distingue a forma retangular, de comprimento muitas vezes maior do que a largura, unidades de amostra quadradas e unidades de amostra retangulares, de dimensões menos extremas.

Para FREESE⁷, mudanças drásticas na forma da unidade de amostra, ou na sua orientação, podem afetar a variabilidade, mesmo se não houver mudança no tamanho. Segundo o autor, a variação é geralmente menor entre unidades de amostra longas e estreitas, do que entre unidades de amostra quadradas ou circulares. A variação entre unidades de amostra retangulares é maior quando seu maior eixo é posicionado paralelamente ao contorno do terreno do que quando colocado perpendicularmente.

NASH & ROGERS¹⁸ comentam que as unidades de amostra circulares são muito usadas em áreas planas ou suavemente onduladas. Suas vantagens são que o centro da unidade de amostra define o perímetro, porque a distância aos extremos (raio) é a mesma em todas as direções e o número de árvores de bordadura é mínimo. Os autores salientam que as unidades quadradas são de uso mais popular em florestas temperadas do que em florestas tropicais. Contudo, poderiam ser aplicadas nesse tipo de floresta, desde que o sub-bosque não fosse tão denso ou onde o número de árvores por hectare não fosse tão elevado.

Com relação às unidades amostrais retangulares, esses mesmos autores apontam essa forma como a mais popular em florestas tropicais. Contudo, discutem alguns pontos que devem

ser considerados em sua aplicação:

"a) O número de árvores de bordadura em unidades de amostra retangulares é máximo quando comparado com qualquer outra forma de mesma área.

b) As unidades de amostra retangulares não deveriam exceder a 30 metros de largura, ou 15 metros de cada lado da linha central. Unidades de amostra mais largas tornam difícil o controle das bordaduras, aumentando a probabilidade de erros.

c) As unidades de amostra retangulares, quando bem longas em relação à largura, podem cruzar mais de um tipo florestal. Se as estimativas devem ser feitas por tipo, a enumeração, por conseguinte, deve também ser executada separadamente para cada tipo. Neste caso, o principal problema que se apresenta é que as mudanças no tipo florestal nem sempre são bem definidas, ocorrendo, normalmente, zonas de transição entre tipos."

Para a FAO⁴, a forma circular, dentre outras vantagens, proporciona representação isotrópica, isto é, sem direções privilegiadas do bosque em volta de seu centro. No entanto, dadas as difíceis condições das florestas tropicais, esta forma não é muito recomendada, a não ser como unidade de registro em conglomerados. Para estas florestas deve ser dada preferência às unidades de amostra quadradas e retangulares.

LOETSCH et al¹⁶, discorrendo sobre os principais tipos

de unidades de amostra, mencionam as unidades de amostra combinadas, que consistem de diversos círculos concêntricos, nos quais os menores diâmetros são enumerados nos menores círculos e os maiores diâmetros nos círculos maiores. NYSSONEN¹⁹ sugere este tipo de amostra combinada para inventários na Amazônia Brasileira.

KULOW¹⁵, em seu trabalho sobre comparação de métodos de amostragem, demonstrou que a forma da unidade de amostra não influenciou nem a precisão nem a exatidão do método de amostragem. Segundo o autor, a escolha da forma deve ser objeto de um estudo de eficiência.

Para CHRISTIDIS², considerações teóricas sugerem que a forma das unidades de amostra constitui um importante meio de controlar a heterogeneidade do solo. Para reduzir o efeito dessa heterogeneidade, o autor recomenda o uso de parcelas tão longas e estreitas quanto possível.

A superioridade das unidades de amostra longas e estreitas ficou também demonstrada pelas experiências realizadas por JUSTENSEN¹³ e por KALAMKAR¹⁴.

BORMANN¹, em seu estudo sobre a eficiência estatística do tamanho e forma de unidades de amostra em ecologia florestal, sugere o uso de unidades de amostra retangulares em amostragem fitossociológica, sendo que o eixo maior deve cruzar qualquer variação observada na topografia, solo ou vegetação.

SYNNOTT²² defende a utilização de parcelas quadradas em programas de parcelas permanentes na floresta tropical úmi-

da, pelas razões seguintes:

a) quadrados têm perímetro menor que faixas ou retângulos de mesma área;

b) para uma mesma intensidade de amostragem, parcelas quadradas de tamanho e distribuição apropriadas, podem alcançar menor erro-padrão que parcelas retangulares;

c) na locação de parcelas quadradas, torna-se mais fácil evitar estradas, banhados, aflorações rochosas ou outro impedimento qualquer, que com parcelas retangulares.

TELLO²³ demonstrou a superioridade da forma circular sobre as formas quadrada e retangular, em floresta de araucária, no Sul do Brasil. O círculo provou ser mais efetivo que as demais formas, apresentando menor custo total de levantamento em todos os tamanhos testados.

SILVA²¹, comparando diversos tamanhos e formas de unidades de amostra para florestas plantadas de Eucalyptus alba, concluiu que as unidades de amostra retangulares foram mais eficientes que as demais formas testadas.

Não obstante as unidades de amostra circulares não serem de uso muito generalizado em florestas tropicais, a FAO⁵ as utilizou em inventário florestal no Suriname, onde o terceiro estágio da amostragem era constituído de 40 unidades de registro de forma circular, dispostas sistematicamente em linha, com espaçamento de 40 m entre círculos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A área situa-se na Floresta Nacional do Tapajós, distando cerca de 67 km ao Sul da cidade de Santarém e 27 km da vila de Belterra, no Estado do Pará.

O clima da região é classificado como Am pelo sistema Köppen, de acordo com YARED et al²⁴. O posto meteorológico mais próximo situa-se em Belterra. Os dados do período 1972-1977 indicam uma precipitação média de 2.111 mm, com uma estação seca de agosto a novembro. A temperatura média anual é de 25°C. As médias mensais estão compreendidas entre 24,0 e 26,5°C.

O solo onde está localizada a área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa.

DUBOIS³ classificou a vegetação existente na área como Mata Alta sem Babaçu. Esse tipo encontra-se em terrenos moderadamente ondulados, pertencentes à formação planalto propriamente dito. Ocorre em uma grande extensão da Floresta Nacional e é limitado ao Norte pelo tipo denominado Mata Alta com

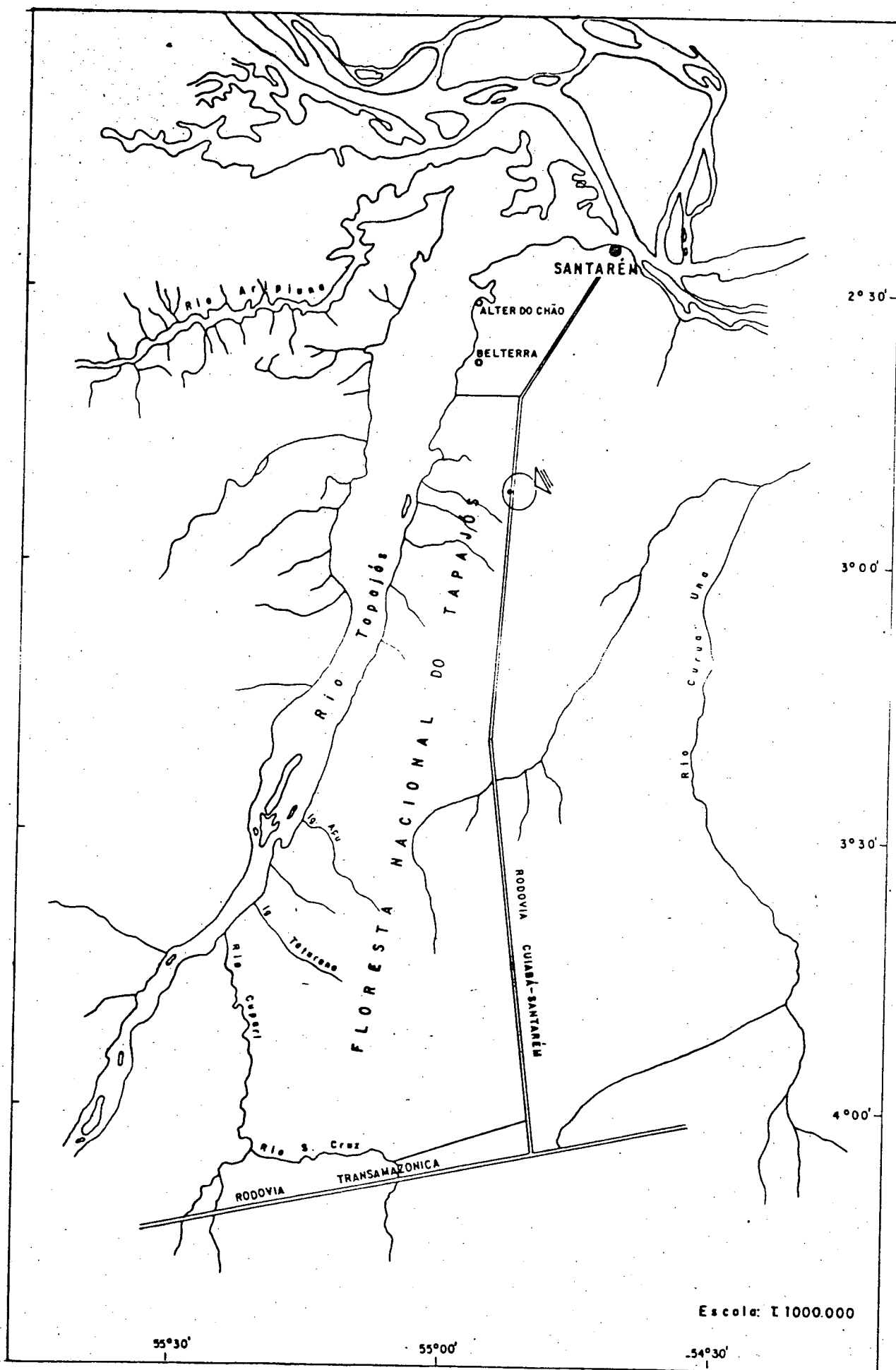


FIGURA 1: Localização da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós

Babaçu. Ao Sul limita-se com o complexo de Matas Cipoálicas, que crescem em terrenos de planalto dissecado.

A distribuição diamétrica das árvores nesse tipo é balanceada. Em certas áreas, existe uma certa tendência das árvores de maior porte a se encontrarem agregadas. Este padrão não constitui uma regra, mas segundo esse autor, a ocorrência desses grupos é de importância, tendo em vista a escolha dos sistemas silviculturais.

A composição florística da Mata Alta sem Babaçu, em comparação com a Mata Alta com Babaçu, mostra uma maior ocorrência de Carapa guianensis, Manilkara huberi, espécies de Lauraceae, Tachigalia spp e algumas espécies de Sapotaceae, como é o caso do grupo das Abiuranas.

3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS BÁSICOS

3.2.1. INVENTÁRIO FLORESTAL

Os dados utilizados no presente trabalho são provenientes de um levantamento executado pelo extinto PRODEPEF - Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, para fins de pesquisa em exploração e manejo florestal.

Foi escolhida uma área de 35 hectares, de topografia plana, situada à altura do km 67 da Rodovia Santarém-Cuiabá. Esta área foi demarcada em compartimentos de 1 hectare para facilitar a execução do inventário florestal, cuja intensidade foi de 100%. Em cada compartimento foram medidos o diâmetro

à altura do peito, ou a 30 cm acima das sapopemas, a altura comercial e as coordenadas Leste-Norte de todas as árvores com diâmetros iguais ou superiores a 45 cm. Na população de diâmetros inferiores (15-44,9 cm) foram anotados apenas o DAP e as coordenadas, já que o interesse foi apenas verificar os danos causados pela exploração mecanizada nessa população. As medições das coordenadas foram efetuadas com as equipes situadas ao longo e entre as linhas-base estabelecidas de 100 em 100 metros, conforme mostra a Figura 2. Para cada indivíduo foram anotadas suas coordenadas Leste-Norte, sempre em relação às linhas-base, possibilitando, dessa maneira, a reprodução da localização espacial de cada árvore para fins de simulação de amostragem.

Para as medições de diâmetro e altura, utilizaram-se, respectivamente, fitas de diâmetro e o hipsômetro de Blume-Leiss. As distâncias foram medidas com trenas de fibra de vidro.

3.2.2. DADOS PARA EQUAÇÃO DE VOLUME

Uma vez que no inventário florestal não foram medidas as alturas das árvores com diâmetros entre 15 e 44,9 cm, a relação quantitativa para expressar o volume individual teria que apresentar como variável independente apenas o diâmetro.

Para a determinação da equação volumétrica, foram utilizadas 403 observações de volume real, diâmetro à altura de referência (DAP ou diâmetro imediatamente acima das sapopemas)

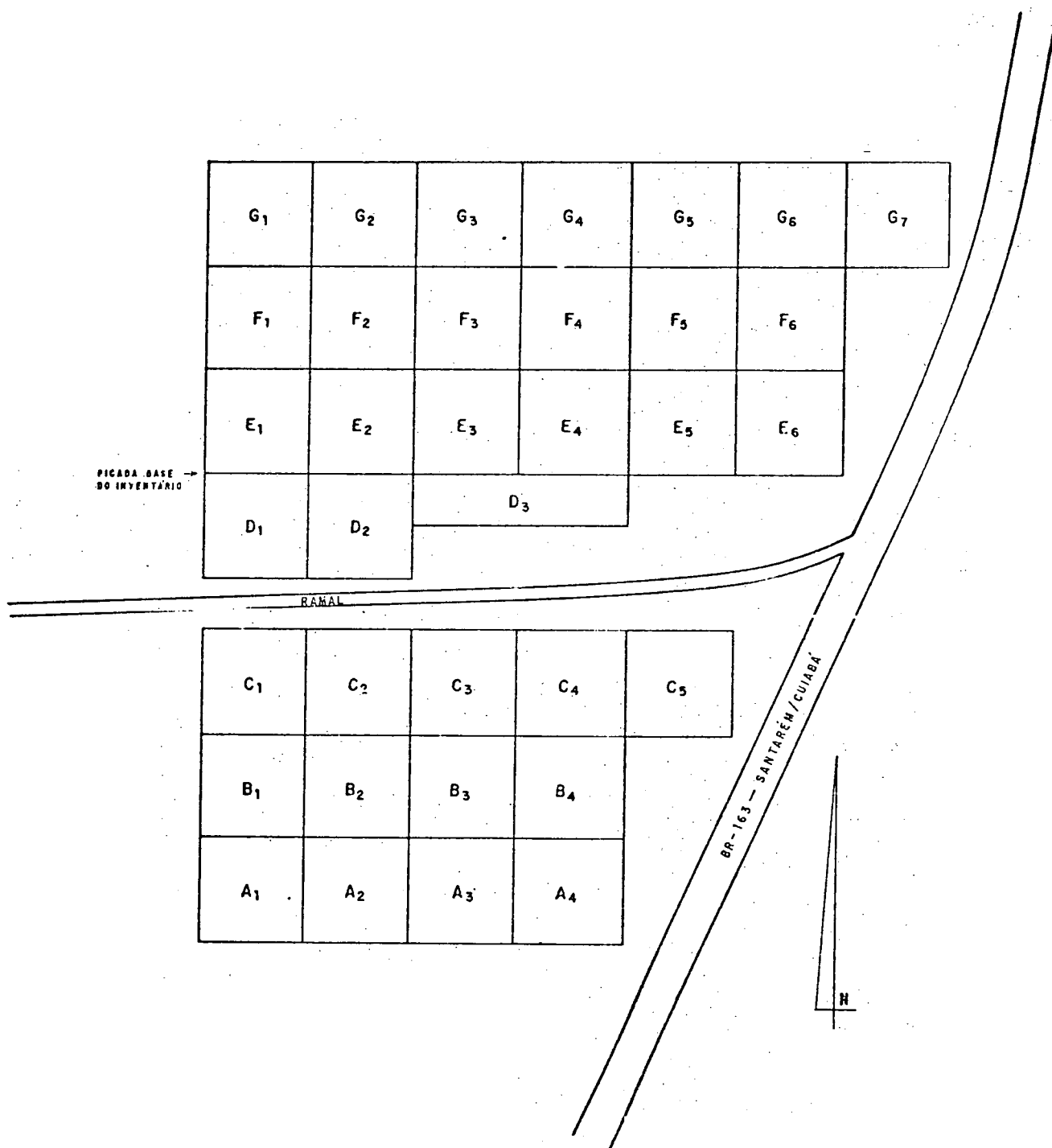


FIGURA 2: Croqui da área experimental.

e altura comercial, obtida pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, durante a realização do Inventário de pré-investimento na Floresta Nacional do Tapajós. As medições dos diâmetros superiores do tronco foram feitas com o relascópio de Bitterlich de banda larga. Os volumes reais foram calculados a partir da fórmula de Smalian.

Foram testados os seguintes modelos que dão origem a tabelas de volume de simples entrada:

<u>AUTOR</u>	<u>FÓRMULA</u>	
KOPEZKI - GEHRARDT	$v = b_0 + b_1 d^2$	(1)
DISSESCU - MEYER	$v = b_1 d + b_2 d^2$	(2)
HONENADL - KRENN	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$	(3)
HUSCH	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	(4)
BRENAC	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 (1/d)$	(5)
-	$v(1/d) = (b_0 + b_1 d^2) 1/d$	(6)
-	$v(1/d^2) = (b_0 + b_1 d) 1/d^2$	(7)

As equações foram ajustadas através do Método dos Mínimos Quadrados, utilizando-se para tal, o procedimento GLM (General Linear Models) do pacote SAS (Statistical Analysis System), instalado no computador IBM modelo 370-145, do Departamento de Métodos Quantitativos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

Foi assumido que as observações obedeciam as condições básicas da análise de regressão, ou seja, homogeneidade de variâncias, distribuição normal e independência dos resí-

duos. Julgou-se desnecessário efetuar os testes de verificação das condicionantes, uma vez que o objetivo primordial do trabalho não foi a pesquisa de equações volumétricas.

No entanto, dado que o volume comercial aumenta com o aumento das classes diamétricas, pressupondo heterogeneidade de variâncias, foram aplicados os pesos $w_1 = 1/d$ e $w_2 = 1/d^2$ à equação (1) no intuito de remover uma possível heterogeneidade e melhorar o ajuste. A escolha do melhor modelo foi feita com base no coeficiente de determinação, no erro-padrão da estimativa e no índice de Furnival⁸.

3.2.3. TAMANHOS E FORMAS ESTUDADAS

Neste trabalho, duas populações distintas foram consideradas: a população A, constituída por indivíduos com DAP de 15-44,9 cm e a população B, representada pelas árvores de porte comercial, ou seja, com diâmetros maiores ou iguais a 45 cm. Procurou-se determinar tamanhos e formas mais eficientes não só para a população de interesse econômico, como também para as árvores que constituem a floresta residual após uma exploração. Informações sobre esta população podem ser fornecidas pelo inventário florestal sem um custo adicional elevado, se, paralelamente à amostragem principal, for realizada uma amostragem secundária, utilizando parcelas de tamanho menor.

Foram consideradas as formas mais utilizadas em amostragem florestal, que são as formas circular, quadrada e retan

gular. Nesta última foram estabelecidas larguras de 10 e 20 metros.

Nos quadros 1 e 2 encontram-se os tamanhos, formas e dimensões das unidades de amostra aplicados nas duas populações estudadas.

3.2.4. ESTUDOS DE TEMPO

O custo, no presente trabalho, foi representado pelo tempo total necessário para estabelecer e medir as unidades amostrais em seus diferentes tamanhos e formas.

Sobre o mapa da área foram sorteados, aleatoriamente, cinco lugares, nos quais, uma equipe composta por um técnico agrícola, um identificador e dois braçais, efetuou o estabelecimento e medição das unidades de amostra, segundo os diferentes tamanhos e formas. Os tempos foram cronometrados separadamente para a demarcação e medição, com precisão de centésimos de segundo. O tempo de localização foi considerado desprezível dadas as dimensões da área experimental.

Em cada lugar, a equipe começava as medições sempre pelo menor tamanho, aumentando progressivamente até atingir o tamanho máximo, de tal modo a tornar os tempos cumulativos. A Figura 3 mostra um esquema do estabelecimento de unidades de amostra para a tomada de dados de tempo.

Procurou-se dar um caráter bastante prático ao estabelecimento das unidades de amostra, de modo a não fugir dos procedimentos normalmente adotados em inventários florestais na re-

QUADRO 1 - Tamanhos, formas e dimensões das unidades amostrais usadas na população A:
diâmetros variando de 15 a 44,9 cm

FRAÇÃO DE ha	ÁREA (m ²)	FORMAS E DIMENSÕES		
		CIRCULAR (raio em m)	QUADRADA (lados em m)	RETANGULAR (lados em m)
1/25	400	11,28	20,00 x 20,00	40,0 x 10,0
1/20	500	12,62	22,36 x 22,36	50,0 x 10,0
3/50	600	13,82	24,49 x 24,49	60,0 x 10,0
7/100	700	14,93	26,46 x 26,46	70,0 x 10,0
2/25	800	15,96	28,28 x 28,28	80,0 x 10,0
9/100	900	16,93	30,00 x 30,00	90,0 x 10,0
1/10	1000	17,84	31,62 x 31,62	100,0 x 10,0

QUADRO 2 - Tamanhos, formas e dimensões das unidades amostrais usadas na população B:
diâmetros iguais ou superiores a 45 cm.

FRAÇÃO DE ha	ÁREA (m ²)	FORMAS EM DIMENSÕES			
		CIRCULAR (raio em m)	QUADRADA (lados em m)	RETANGULAR (lados em m)	RETANGULAR (lados em m)
1/10	1.000	17,84	31,62 x 31,62	100,0 x 10,0	50,0 x 20,0
3/25	1.200	19,54	34,64 x 34,64	120,0 x 10,0	60,0 x 20,0
7/50	1.400	21,11	37,42 x 37,42	140,0 x 10,0	70,0 x 20,0
4/25	1.600	22,57	40,00 x 40,00	160,0 x 10,0	80,0 x 20,0
9/50	1.800	23,94	42,43 x 42,43	180,0 x 10,0	90,0 x 20,0
1/5	2.000	25,23	44,72 x 44,72	200,0 x 10,0	100,0 x 20,0
11/50	2.200	26,46	46,90 x 46,90	220,0 x 10,0	110,0 x 20,0
6/25	2.400	27,64	48,99 x 48,99	240,0 x 10,0	120,0 x 20,0
1/4	2.500	28,21	50,00 x 50,00	250,0 x 10,0	125,0 x 20,0

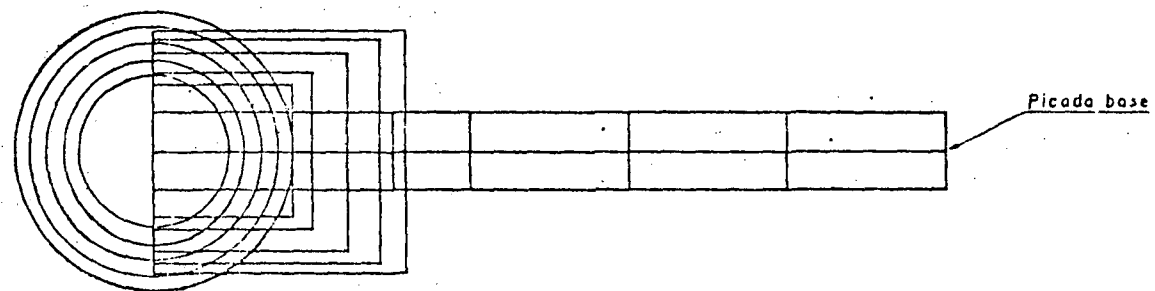


FIGURA 3 - Representação esquemática do estabelecimento de unidades de amostra para estudo de tempo.

gião. Dessa maneira, as unidades de amostra circulares foram demarcadas com cinco estacas: uma central e quatro outras nos pontos cardeais. As árvores limítrofes eram verificadas sempre que surgiam dúvidas sobre sua inclusão dentro da unidade. Para isso, uma trena era esticada usando a dimensão correspondente ao raio.

As unidades de amostra quadradas e retangulares foram demarcadas por estacas colocadas em intervalos de 50 m, ao longo da picada-base. Tal como nas circulares, as árvores de bordadura foram verificadas visualmente, ou em caso de dúvidas, esticando-se uma trena na dimensão correspondente à metade da largura da unidade de amostra.

As observações foram tomadas nas unidades de amostra de tamanhos 300, 400, 600, 800 e 1.000 m² na população A e 800, 1.200, 1.600, 2.000, 2.200 e 2.500 m² na população B.

No intuito de estabelecer uma regressão do tempo como uma função da área da unidade de amostra, os seguintes modelos foram testados:

$$T = b_0 + b_1A \quad (8)$$

$$T = b_0 + b_1A^2 \quad (9)$$

$$T = b_0 + b_1A + b_2A^2 \quad (10)$$

$$T = b_0 + b_1A + b_2A^2 + b_3A^3 \quad (11)$$

$$\ln T = b_0 + b_1 \ln A + b_2 \frac{1}{A} \quad (12)$$

$$\ln T = b_0 + b_1 \ln A \quad (13)$$

Onde:

T = tempo total de medição

A = área da unidade de amostra

O processamento das regressões foi feito através dos programas existentes no Centro de Processamento de Dados do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

3.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

3.3.1. PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O processo de amostragem escolhido para a estimativa dos parâmetros das populações foi a amostragem aleatória, pela simplicidade de aplicação e por possibilitar o cálculo do erro de amostragem, o que não seria garantido com segurança se um delineamento sistemático fosse usado.

Segundo FREESE⁶, a idéia fundamental da amostragem aleatória simples é que, elegendo-se uma amostra de n unidades, qualquer outra possível combinação de n unidades deverá ter a mesma probabilidade de ser escolhida. É necessário assegurar que a escolha de uma unidade em particular não seja influenciada por outras unidades já selecionadas. Em outras palavras, a seleção de uma unidade de amostra deve ser completamente independente da seleção das demais.

Outra razão pela qual optou-se pela amostragem aleató-

ria foi justamente para garantir que a diferença entre tamanhos e formas de unidades de amostra não fosse influenciada pelo processo de seleção dos lugares amostrais.

As fórmulas da amostragem aleatória utilizadas nos cálculos são apresentadas no apêndice.

3.3.2. SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Muitos estudos nesse sentido têm sido realizados no campo florestal. KULOW¹⁵ cita que uma das técnicas consiste em inventariar a floresta inteira através de uma unidade de amostra básica de forma retangular ou quadrada. Estas unidades básicas são, então, combinadas em unidades amostrais de outros tamanhos e formas para fins de teste.

Outro método consiste em construir um mapa da área experimental, locando nele cada árvore individualmente. As amostras são tomadas dessa população estática e analisadas. A vantagem deste método é que permite o estudo de todos os tipos de unidades de amostra, inclusive o ponto de Bitterlich. A aplicação desta técnica ao processamento eletrônico assegura grande rapidez nos cálculos e precisão dos resultados.

Neste trabalho aplicou-se o método de mapeamento anteriormente descrito, através de um programa em linguagem BASIC, desenvolvido para processamento no computador Hewlett Packard modelo 9830.

Realizaram-se 57 simulações de amostragem, que consistiram em tomar, pelo computador, amostras aleatórias nas duas

populações consideradas, com todos os tamanhos e formas testados, a fim de obter os dados básicos para os cálculos das eficiências relativas.

Cada unidade de amostra foi definida pela intercessão de um par de coordenadas aleatórias, que se constituía no centro geométrico da unidade e pelas suas dimensões (raio no caso das unidades de amostra circulares e lados no caso das unidades de amostra quadradas e retangulares). Todas as árvores, cujas coordenadas fossem menores ou iguais às determinadas pelas coordenadas do centro e pelas dimensões das parcelas, foram consideradas como pertencentes àquela unidade. Seus volumes foram computados e somados para compor o volume da parcela.

As unidades de amostra foram localizadas sempre nos mesmos pontos aleatórios de modo a torná-las concêntricas. Aquelas situadas parcial ou inteiramente fora dos limites da área experimental foram rejeitadas e seus centros transferidos para novos pontos amostrais.

A intensidade de amostragem foi determinada com as estimativas obtidas em simulações preliminares com 30 unidades de amostra. A precisão estabelecida para o cálculo de n foi de 10% da média estimada.

A partir da segunda amostra simulada, eram impressas as estimativas dos parâmetros populacionais. Desse modo foi possível controlar o desenvolvimento completo das simulações.

3.3.3. ESCOLHA DO TAMANHO E FORMA OTIMIZANTES

A seleção do tamanho e forma otimizante foi feita com base na eficiência relativa dos diversos tamanhos e formas testados. Segundo HUSCH¹², a eficiência é dada por:

$$ER = \frac{(s\bar{y})_1^2 \cdot t_1}{(s\bar{y})_2^2 \cdot t_2}$$

Onde:

$(s\bar{y})_1$ = erro-padrão em porcentagem do tamanho ou forma da parcela usada como base de comparação.

$(s\bar{y})_2$ = erro-padrão em porcentagem do outro tamanho ou forma a ser comparada.

t_1 = custo ou tempo total do tamanho ou forma usada como base.

t_2 = custo ou tempo total do tamanho ou forma da parcela a ser comparada.

No caso deste trabalho, t_1 representa o tempo total de medição do tamanho e forma da unidade de amostra usada como base de comparação e t_2 refere-se ao tempo total de medição do tamanho e forma da unidade de amostra a ser comparada.

O resultado da equação acima dá a eficiência do tamanho ou forma da parcela 2 em relação à parcela 1. Se a eficiência é menor que 1, diz-se que a parcela 1 é mais eficiente. Se a eficiência é maior que 1, conclui-se que a parcela 2 é

mais eficiente.

Alguns autores, como FREESE⁶, utilizam o quadrado do coeficiente de variação na fórmula da eficiência relativa, em substituição ao quadrado do erro-padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. EQUAÇÕES DE VOLUME

No quadro 3 são apresentados os resultados do teste de equações volumétricas. Com base no coeficiente de determinação e no erro-padrão da estimativa, foram selecionadas, inicialmente, as equações de DISSESCU-MEYER, BRENAC e de KOPEZKY-GERARDT, ponderada por d^2 ($W_i = 1/d^2$). Dado que a variável dependente apresenta-se transformada nas equações 5 e 7, foram calculados os índices de Furnival para possibilitar a comparação entre esses três modelos de natureza diferentes. Conforme estabelece FURNIVAL⁸, os índices de ajuste são considerados em ordem inversa em relação ao coeficiente de determinação, ou seja, um valor alto indica pobreza de ajuste, e vice-versa. Assim, a equação de BRENAC, que apresentou o menor índice de Furnival foi escolhida para a estimativa dos volumes individuais das populações estudadas.

4.2. INVENTÁRIO FLORESTAL

O inventário da área experimental revelou um volume co

QUADRO 3 - Resultados dos testes de equações volumétricas

Nº	AUTOR		COEFICIENTES	R ²	Sy.x	F	IF
1	KOPEZKY-GERARDT	$v = b_0 + b_1 d^2$	$b_0 = 0,13988102$ $b_1 = 0,00095860$	0,8476	1,8038	2229,40	-
2	DISSESCU-MEYER	$v = b_1 d + b_2 d^2$	$b_1 = 0,00424917$ $b_2 = 0,00093165$	0,9377	1,8031	3018,14	1,8031
3	HOHENADL-KRENN	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$	$b_0 = -0,19172871$ $b_1 = 0,00910909$ $b_2 = 0,00090432$	0,8477	1,9050	1113,34	-
4	HUSCH	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$	$b_0 = -7,25524688$ $b_1 = 2,06980731$	0,9023	0,2851	3072,23	-
5	BRENAC	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \frac{1}{d}$	$b_0 = -5,39017582$ $b_1 = 1,69828049$ $b_2 = -18,56099166$	0,9065	0,2792	1938,68	1,1002
6		$v(\frac{1}{d}) = (b_0 + b_1 d^2) \frac{1}{d}$	$b_0 = 0,08298210$ $b_1 = 0,00096714$	0,8574	0,1871	2410,37	-
7		$v(\frac{1}{d^2}) = (b_0 + b_1 d^2) \frac{1}{d^2}$	$b_0 = 0,01230274$ $b_1 = 0,00098124$	0,8708	0,0205	270,73	85,6527

mercional total de 5.727,05 m³. Destes, 2.038,18 m³ (35,59%) referem-se à população A, enquanto que 3.688,87 m³ (64,41%) são relativos à população B. Os valores populacionais, ou parâmetros, foram 58,23 m³/ha para a população A e 105,40 m³/ha para a população B.

No total foram enumerados 4.148 indivíduos nas duas populações. O histograma de frequência por classe de 10 cm de diâmetro, apresentado na Figura 4, mostra uma distribuição aproximadamente balanceada, à semelhança da encontrada por HEINSDIJK⁹. Em florestas tropicais é comum ocorrer este tipo de distribuição, que se caracteriza por apresentar as maiores frequências nas menores classes diamétricas, declinando progressivamente até se tornarem mínimas ao atingir as classes superiores.

A identificação pelo nome vulgar acusou um total de 142 espécies. Este número poderia ser maior se a identificação fosse feita pelo nome científico. Isto ocorre porque muitos nomes vulgares correspondem a mais de uma identidade botânica, como é o caso de Terminalia argentea e T. obovata, conhecidas por Cuiarana. No quadro 15 do apêndice encontra-se a correspondência dos nomes vulgares com os nomes científicos e respectivas famílias existentes na área experimental.

Não obstante, o elevado número de nomes vulgares identificados, apenas 11 deles perfizeram 62,73% do total de árvores enumeradas. Isto demonstra que para uma área limitada, há uma certa tendência da maior parte da frequência total se concentrar em poucas espécies. No quadro 16 do apêndice é

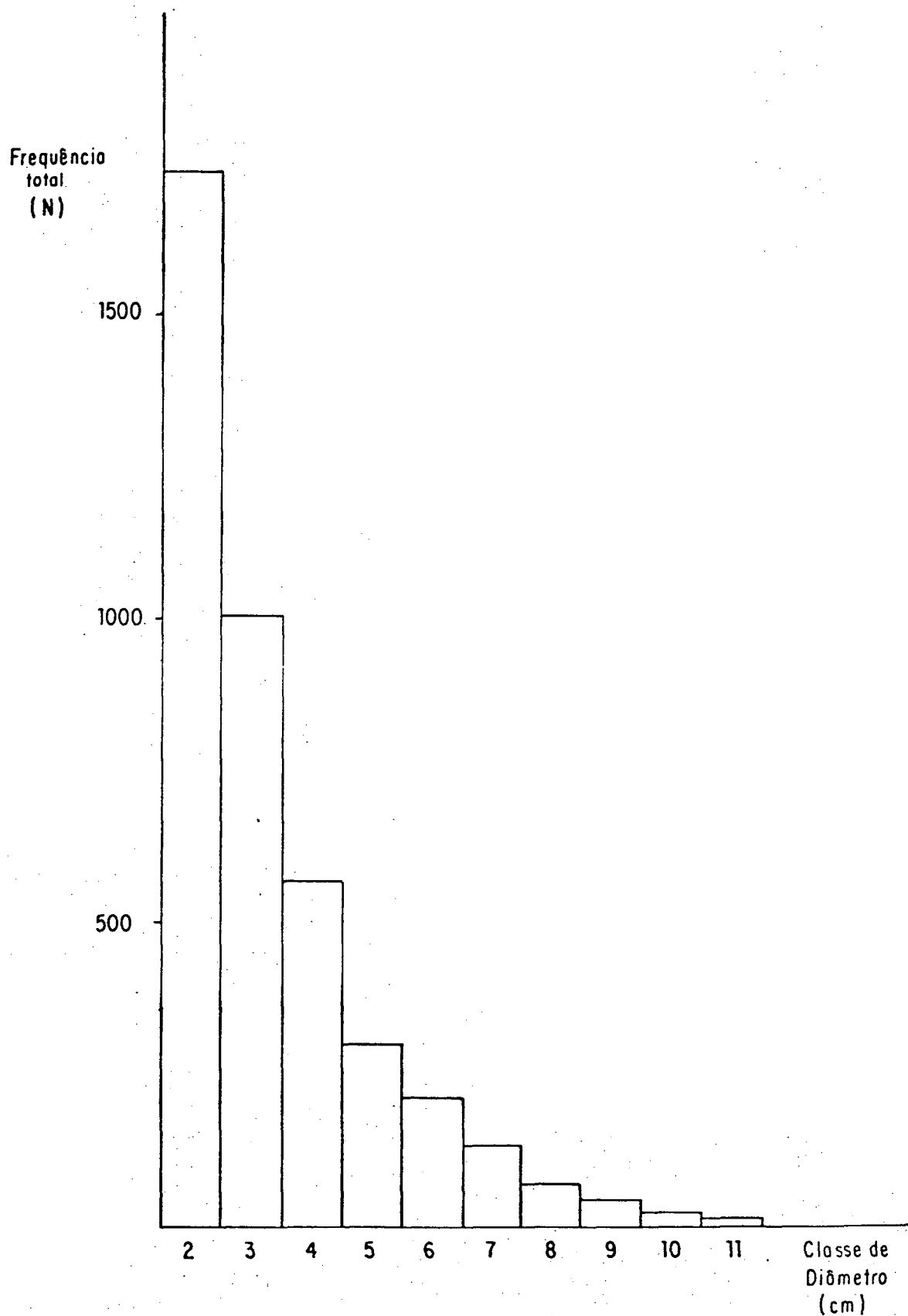


FIGURA 4: Histograma de frequência por classes de 10 cm de diâmetro

apresentada a distribuição de frequência por espécie e classe de diâmetro.

A figura 5 mostra a distribuição do volume comercial por classe de diâmetro. Nota-se maior concentração nas classes 3 a 7, perfazendo 63,10% do total. O maior volume encontra-se na classe 4, representando 14,42% do total. Dos 142 nomes vulgares identificados, apenas 17 deles contribuíram com 70,29% para o volume total inventariado. A distribuição do volume por espécie e classe de diâmetro é mostrado no quadro 17 do apêndice.

4.3. ESTUDO DOS TEMPOS DE MEDIÇÃO

Como foi frisado na metodologia, o custo foi representado pelo tempo gasto para estabelecer e medir unidades de amostra em seus diferentes tamanhos e formas. Nos quadros 4 e 5 encontram-se os resultados do levantamento efetuado nas duas populações consideradas. Os tempos estão expressos em minutos.

Para as unidades de amostra quadradas gastou-se menos tempo total de medição em comparação com as outras formas de mesmo tamanho. Este fato deu-se em virtude do tempo de estabelecimento ter sido menor que o verificado nas unidades de amostra retangulares e circulares. Para estabelecer, por exemplo, unidades de amostra de 2.500 m^2 , foram necessários 250 metros de picada na forma retangular, 112,84 metros na forma circular, enquanto que apenas 50 metros foram abertos para esta-

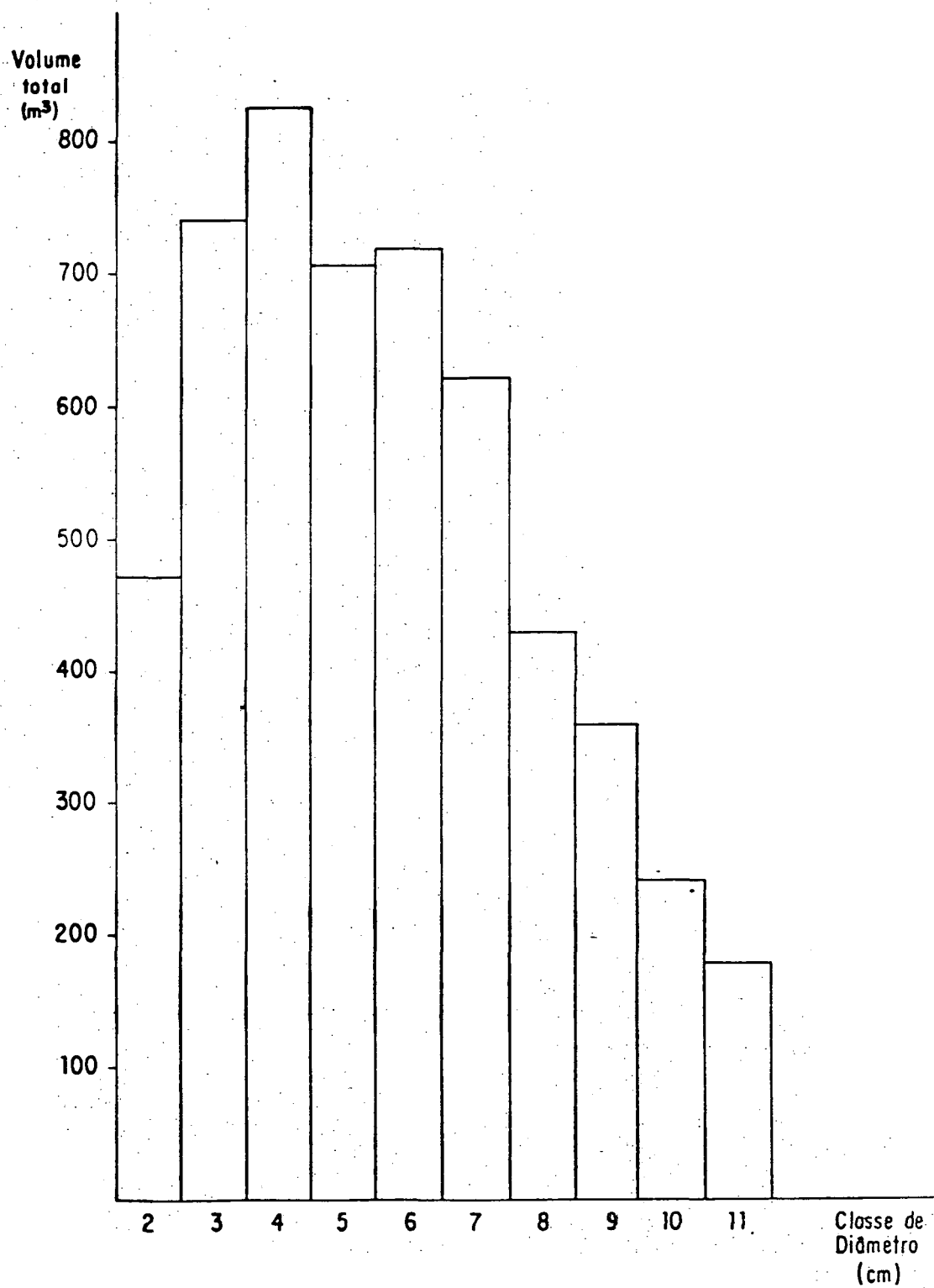


FIGURA 5: Distribuição do volume comercial bruto por classes de 10 cm de diâmetro.

QUADRO 4 - Tempos totais de medição em minutos, de unidades de amostra na população A

FORMAS	AMOSTRAS	TAMANHOS (m ²)				
		300	400	600	800	1000
CIRCULAR	1	10,35	11,25	12,24	14,48	17,20
	2	8,70	11,65	13,07	15,17	17,97
	3	10,53	12,07	16,62	20,91	25,02
	4	10,60	16,39	20,12	28,49	30,17
	5	11,88	12,58	17,58	20,59	23,51
	MÉDIAS	10,41	12,79	15,93	19,93	22,77
QUADRADA	1	6,65	8,42	13,32	14,27	15,15
	2	5,40	7,85	12,57	12,99	21,28
	3	8,73	9,37	11,21	12,56	16,11
	4	7,41	8,20	10,04	11,78	12,68
	5	6,21	7,46	8,60	9,20	12,54
	MÉDIAS	6,88	8,26	11,15	12,18	15,55
RETANGULAR	1	5,65	11,23	15,52	19,27	24,94
	2	7,20	9,98	16,31	20,98	29,54
	3	8,28	10,18	14,66	22,71	27,07
	4	9,12	11,28	22,34	22,91	26,68
	5	10,08	10,90	21,63	27,45	32,66
	MÉDIAS	8,17	10,71	18,09	22,66	28,18

QUADRO 5 - Tempos totais de medição em minutos, de unidades de amostra na população B

FORMA	AMOSTRAS	TAMANHOS (m ²)					
		800	1200	1600	2000	2200	2500
CIRCULAR	1	5,17	8,18	22,68	24,35	24,58	28,97
	2	11,14	15,98	18,09	24,07	29,37	38,61
	3	17,93	22,17	28,62	34,03	34,65	36,51
	4	13,98	17,72	23,40	28,08	30,15	35,15
	5	16,90	23,38	25,30	28,41	33,43	34,60
	MÉDIAS	13,02	17,49	23,62	27,79	30,44	34,77
QUADRADA	1	5,48	11,13	12,50	13,13	15,47	20,17
	2	3,88	6,18	8,34	9,38	10,23	15,24
	3	6,55	8,57	12,03	15,35	17,60	21,07
	4	4,23	6,88	9,55	10,60	10,98	17,54
	5	4,32	7,33	10,13	11,07	11,90	17,24
	MÉDIAS	4,89	8,02	10,57	11,91	13,24	18,25
RETANGULAR LARG=10 m	1	10,53	29,07	41,37	47,55	49,03	53,30
	2	7,07	12,69	19,30	31,38	32,06	52,26
	3	16,14	25,68	31,02	37,47	41,96	47,77
	4	16,95	28,08	36,83	46,34	46,45	48,94
	5	17,63	27,68	33,58	38,54	40,15	44,01
	MÉDIAS	13,66	24,64	32,42	40,26	41,93	49,26
RETANGULAR LARG= 20 m	1	5,60	9,90	13,60	16,53	19,95	38,58
	2	3,57	6,74	11,53	17,85	18,05	29,72
	3	8,38	13,85	20,37	23,03	27,76	31,24
	4	9,90	14,13	17,55	23,10	26,32	29,01
	5	7,30	13,61	17,13	22,17	26,68	27,03
	MÉDIAS	6,95	11,65	16,04	20,54	23,75	31,12

belecer a forma quadrada, de acordo com a metodologia adotada neste trabalho.

O quadro 6 mostra os tempos médios observados para estabelecer e medir as unidades de amostra, independente de seu tamanho. Mais uma vez nota-se a superioridade da forma quadrada em relação às demais formas.

A fim de estimar os tempos de medição dos diversos tamanhos de unidades de amostra estudadas, foram testados seis modelos de equações de regressão do tempo como uma função da área da unidade de amostra. Os quadros 7 e 8 mostram os resultados dos testes de equações, com a indicação dos modelos selecionados. A seleção se fez com base no coeficiente de determinação, erro-padrão da estimativa e índice de Furnival.

Essas equações foram usadas na estimativa dos tempos totais necessários para realizar amostragens com os diversos tamanhos e formas de unidades de amostra estudados.

4.4. SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Os quadros 9 e 10 mostram os resumos das estatísticas obtidas nas 57 simulações de amostragem. Verifica-se que o erro-padrão diminuiu à medida em que as unidades se tornaram menores e mais numerosas. Este mesmo fato foi observado por muitos autores, entre eles MESAVAGE & GROSENBAUGH¹⁷.

QUADRO 6 - Tempos médios gastos para estabelecer e medir unidades de amostra nas populações A e B

POPULAÇÃO	FORMA	TEMPO (Minutos)
A	CIRCULAR	16,37
	QUADRADA	10,80
	RETANGULAR	17,56
B	CIRCULAR	24,52
	QUADRADA	11,14
	RETANGULAR*	33,70
	RETANGULAR**	18,34

* - Largura de 10 metros.

** - Largura de 20 metros.

QUADRO 7 - Resultados dos testes de equações de tempo para a população A

Nº	EQUAÇÃO	FORMA	COEFICIENTES				R ²	Syx	IF
			b0	b1	b2	b3			
8	T = b0 + b1A	CIRCULAR	5,438609757	0,017628049	-	-	0,6229	3,6627	-
		QUADRADA	3,507463415	0,011767317	-	-	0,7111	2,0027	-
		RETANGULAR	-0,309682027	0,028826585	-	-	0,9032	2,5203	-
9	T = b0 + b1A ²	CIRCULAR	10,402978590	1,32556 E-05	-	-	0,6017	3,7639	-
		QUADRADA	6,795020129	8,90707 E-06	-	-	0,6961	2,0541	-
		RETANGULAR	7,823271092	2,16434 E-05	-	-	0,8699	2,9216	-
10	T=b0+b1A+b2A ²	CIRCULAR	4,128662970	0,022446035	-3,72712E-06	-	0,6239	3,7399	-
		QUADRADA	3,569673268	0,011538509	1,77002E-07	-	0,7111	2,0477	-
		RETANGULAR	-2,981195080	0,038652411	-7,60111E-06	-	0,9055	2,5454	-
11	T=b0+b1A+b2A ² +b3A ³	CIRCULAR	4,850893	0,018432946	2,94269E-06	-3,39618 E-09	0,6239	3,8277	-
		QUADRADA	-5,4213031	0,061497096	-8,28548E-05	4,22787 E-08	0,7213	2,0588	-
		RETANGULAR	-3,9471697	0,044019873	-1,65219E-05	4,54235 E-09	0,9056	2,6050	-
12	lnT=b0+b1lnA+b2 $\frac{1}{A}$	CIRCULAR	-1,655211160	0,684340608	29,364164	-	0,6943	0,1957	3,0278
		QUADRADA	-1,695562520	0,635970230	-3,630153	-	0,7683	0,1658	1,6989
		RETANGULAR	-2,048006510	0,79874830	-132,136990	-	0,9168	0,1491	2,3463
13	lnT=b0 + b1lnA	CIRCULAR*	-1,239708649	0,627807931	-	-	0,6942	0,1914	2,9612
		QUADRADA*	-1,746929134	0,642959118	-	-	0,7683	0,1622	1,6621
		RETANGULAR*	-3,917742728	1,053142928	-	-	0,9155	0,1470	2,3133

* Equação selecionada.

QUADRO 8 - Resultados dos testes de equações de tempo para a população B

Nº	EQUAÇÃO	FORMA	COEFICIENTES				R ²	Sy.x	IF
			b0	b1	b2	b3			
8	T = b0 + b1A	*CIRCULAR	2,654164361	0,012737380	-	-	0,7711	4,1970	-
		QUADRADA	-0,777664769	6,93980 E-03	-	-	0,7706	2,2900	-
		*RETANGULAR ^{1/}	-0,847843776	0,020121074	-	-	0,8064	5,9608	-
		RETANGULAR ^{2/}	-4,635840521	0,013383596	-	-	0,8353	3,5947	-
9	T = b0 + b1A ²	CIRCULAR	12,03815640	3,79580 E-06	-	-	0,7571	4,3235	-
		QUADRADA	4,21852676	2,10354 E-06	-	-	0,7827	2,2285	-
		RETANGULAR ^{1/}	14,20118654	5,92767 E-06	-	-	0,7738	6,4440	-
		*RETANGULAR ^{2/}	4,978399856	4,06313 E-06	-	-	0,8511	3,4173	-
10	T=b0+b1A+b2A ²	CIRCULAR	3,25483219	0,011899857	2,5461 E-07	-	0,7712	4,2733	-
		QUADRADA	3,54795856	9,08502 E-04	1,83318 E-06	-	0,7830	2,2680	-
		RETANGULAR ^{1/}	-7,62599049	0,02957979	-2,87255 E-06	-	0,8103	6,0103	-
		RETANGULAR ^{2/}	4,42819814	7,45426 E-04	3,84130 E-06	-	0,8512	3,4794	-
11	T=b0+b1A+b2A ² +b2A ³	CIRCULAR	1,9040089	0,014800987	-1,63017 E-06	3,79447 E-10	0,7712	4,3544	-
		QUADRADA	-18,0877315	0,047374962	-2,83539 E-05	6,07749 E-09	0,8135	2,1427	-
		RETANGULAR ^{1/}	-25,8303853	0,068669126	-2,82721 E-05	5,11363 E-09	0,8130	6,0813	-
		RETANGULAR ^{2/}	-14,8822029	0,042217916	-2,31014 E-05	5,42431 E-09	0,8582	3,4603	-
12	lnT=b0+b1lnA+b2 ^{1/A}	CIRCULAR	-4,9256261	1,073546377	178,386125	-	0,6637	0,2757	6,2249
		QUADRADA	-5,83788375	1,099159697	62,404972	-	0,8219	0,2016	2,0412
		RETANGULAR ^{1/}	1,00048527	0,416278764	-974,92368	-	0,7763	0,2525	7,6572
		RETANGULAR ^{2/}	-9,07622771	1,572413702	366,579389	-	0,8271	0,2448	3,9262
13	lnT=b0 + b1lnA	CIRCULAR	-3,83068957	0,941529632	-	-	0,6634	0,2709	6,1165
		*QUADRADA	-5,454841034	1,052976152	-	-	0,8219	0,1980	2,0047
		RETANGULAR ^{1/}	-4,9836073	1,137782159	-	-	0,7685	0,2523	7,6512
		RETANGULAR ^{2/}	-6,82615881	1,301122385	-	-	0,8262	0,2410	3,8653

^{1/} Largura de 10 metros.

^{2/} Largura de 20 metros

* Equação selecionada

QUADRO 9 - Estatística obtidas com simulações de amostragem na população A

FORMA	TAMANHO (m ²)	MÉDIA	VARIÂNCIA	ERRO-PADRÃO	ERRO %	CV	n
CIRCULAR	400	2,51	3,07	0,13	5,79	69,77	145
	500	3,10	3,42	0,16	5,74	59,68	108
	600	3,76	4,65	0,21	6,19	57,41	86
	700	4,36	4,98	0,25	6,09	51,31	71
	800	4,71	5,89	0,25	5,79	57,50	79
	900	5,27	8,21	0,25	6,12	54,39	79
	1000	5,84	9,70	0,29	5,75	53,29	86
QUADRADA	400	2,44	2,94	0,13	5,75	70,19	149
	500	3,00	3,81	0,17	6,05	65,20	132
	600	3,50	4,15	0,18	5,72	58,10	103
	700	4,17	5,48	0,23	6,12	56,09	84
	800	4,76	6,91	0,26	6,03	55,23	84
	900	5,52	7,69	0,28	5,72	50,21	77
	1000	6,19	9,97	0,32	5,89	51,05	75
RETANGULAR	400	2,63	3,45	0,14	5,85	70,71	146
	500	3,04	4,18	0,17	6,14	67,31	120
	600	3,54	4,83	0,18	5,72	62,09	118
	700	4,10	4,83	0,20	5,39	53,09	99
	800	4,82	6,07	0,22	5,16	51,06	98
	900	5,44	7,04	0,26	5,39	48,77	82
	1000	6,09	7,35	0,32	5,75	44,51	60

QUADRO 10 - Estatísticas obtidas com simulações de amostragem na população B

FORMA	TAMANHO (m ²)	MÉDIA	VARIÂN- CIA	ERRO- PADRÃO	ERRO %	CV	n
CIRCULAR	1000	10,48	80,32	0,70	8,08	85,49	112
	1200	12,58	91,49	0,78	7,60	76,02	100
	1400	14,97	118,80	0,94	7,76	72,81	88
	1600	17,05	153,09	1,02	7,73	72,55	88
	1800	18,99	140,41	1,26	7,99	62,41	61
	2000	20,67	156,04	1,34	7,94	60,45	58
	2200	23,46	167,53	1,41	7,44	55,18	55
	2400	26,34	208,35	1,71	7,91	54,81	48
	2500	28,18	208,47	1,74	7,55	51,23	46
QUADRADA	1000	10,12	72,77	0,63	7,69	84,27	120
	1200	12,47	104,67	0,75	7,72	82,05	113
	1400	14,44	111,65	0,91	7,85	73,19	87
	1600	16,16	127,90	1,03	7,92	69,97	78
	1800	18,57	153,61	1,15	7,81	66,75	73
	2000	21,77	167,68	1,43	7,95	59,48	56
	2200	23,79	176,31	1,43	7,46	55,82	56
	2400	27,84	181,92	1,59	6,99	48,44	48
	2500	29,57	188,84	1,66	6,85	46,48	46
RETANGULAR LARG= 10m	1000	8,75	58,09	0,54	7,70	87,11	128
	1200	11,24	74,22	0,68	7,52	76,67	104
	1400	13,16	95,01	0,82	7,81	74,05	90
	1600	14,94	106,87	0,81	7,18	69,21	93
	1800	17,30	102,35	0,93	6,80	58,47	74
	2000	19,16	142,73	0,98	6,97	62,37	80
	2200	22,57	166,50	1,11	6,69	57,18	73
	2400	25,57	208,90	1,32	6,96	56,52	66
	2500	26,53	215,08	1,37	6,94	55,07	63
RETANGULAR LARG= 20m	1000	10,14	53,48	0,71	7,96	72,09	82
	1200	11,88	65,46	0,74	7,43	68,10	84
	1400	13,37	71,55	0,82	7,30	63,26	75
	1600	14,56	78,48	0,89	7,38	60,85	68
	1800	16,18	78,47	0,89	6,74	54,74	66
	2000	18,88	82,43	1,01	6,49	48,10	55
	2200	21,51	103,69	1,13	6,44	47,34	54
	2400	24,08	138,06	1,33	6,83	48,79	51
	2500	24,57	142,61	1,35	6,87	48,61	50

O efeito do aumento da área das unidades de amostra no coeficiente de variação é apresentado nas figuras 6 a 12. Em todas as formas testadas, observa-se que o coeficiente de variação decresce exponencialmente com o aumento do tamanho da unidade de amostra. No entanto, parece que a amplitude de tamanhos utilizada não foi suficiente para provocar a estabilização das curvas, levando à suspeita de que tamanhos superiores poderiam ser mais eficientes.

4.4.1. NÚMERO DE ÁRVORES E OCORRÊNCIA DE PARCELAS-ZERO NAS SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Segundo HEINSDIJK¹⁹, a ocorrência de grande número de parcelas-zero no inventário florestal implica em que a aplicação da teoria da distribuição normal pode não ser apropriada. Sua ocorrência na amostragem preliminar provoca uma superestimativa da variância populacional, e, conseqüentemente, do número de unidades de amostra necessário para atender a precisão especificada.

Em florestas tropicais, parcelas-zero ocorrem quando as unidades de amostra localizam-se em lugares onde nenhuma árvore apresenta o diâmetro mínimo considerado, ou onde existe apenas regeneração juvenil. De qualquer modo, o aparecimento de parcelas-zero é um fato aleatório, relacionado com a probabilidade da unidade de amostra sorteada localizar-se em tais áreas.

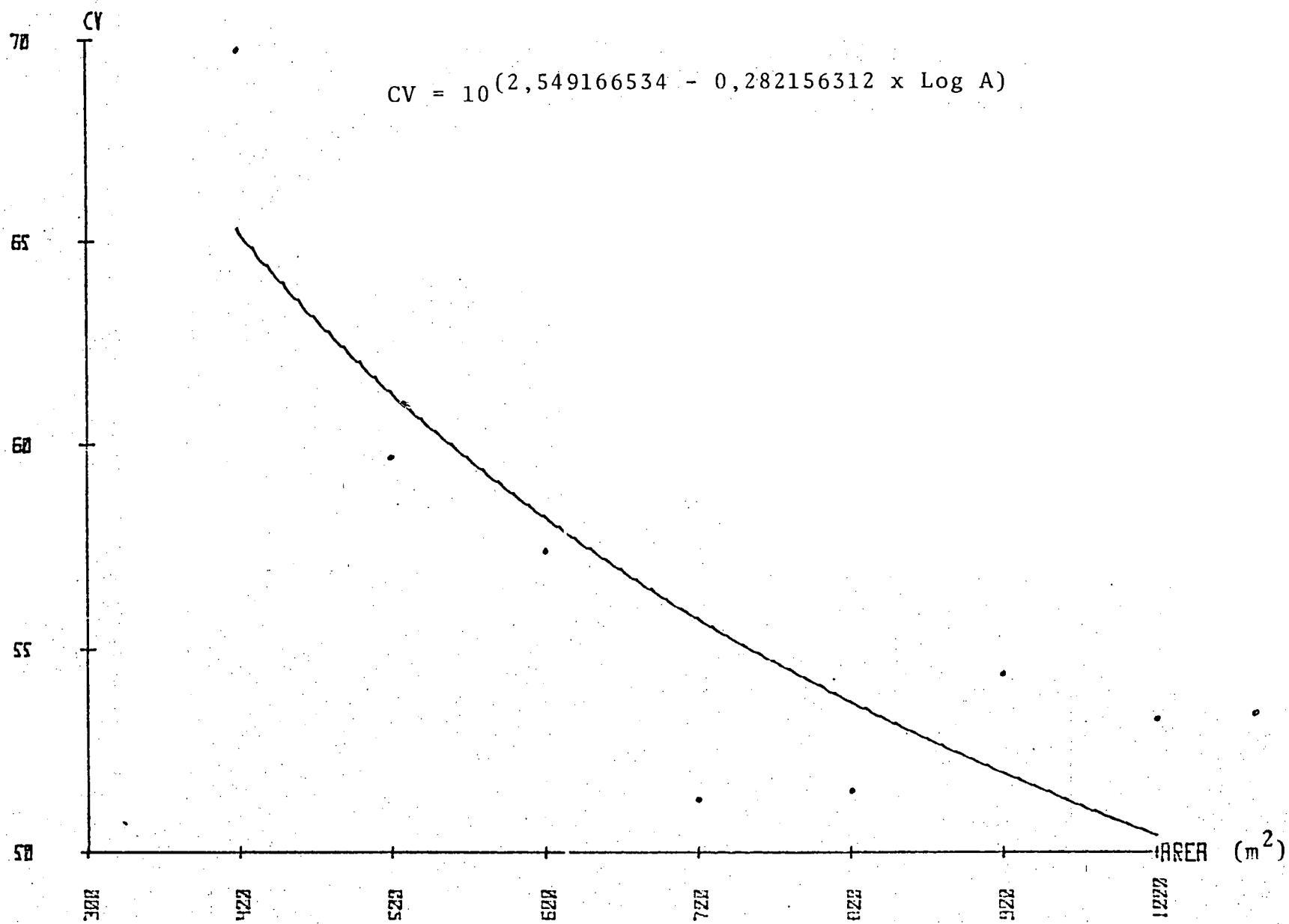


FIGURA 6: Efeito do aumento da área de unidades de amostra circulares no coeficiente de variação. População A.

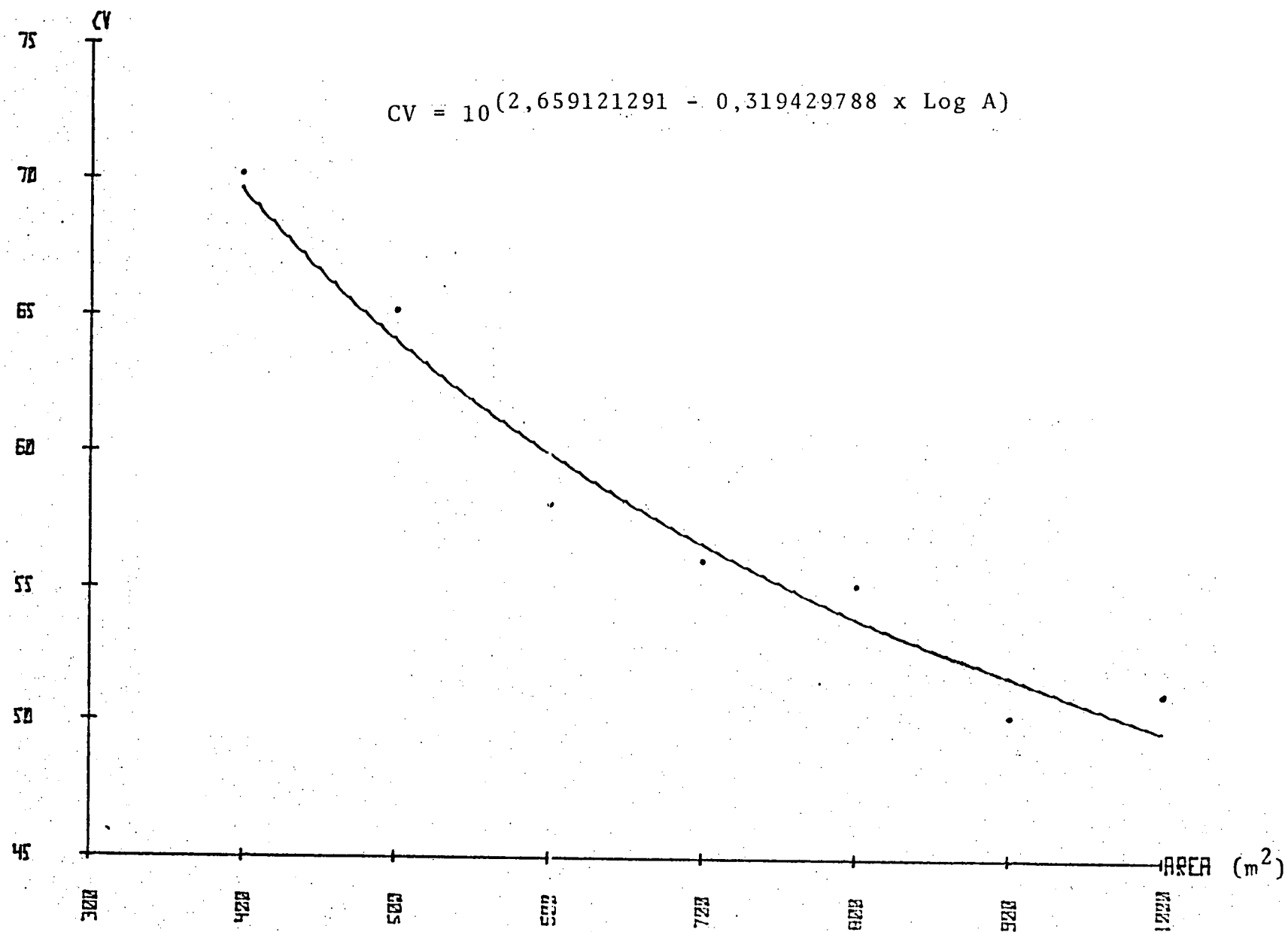


FIGURA 7: Efeito do aumento da área de unidades de amostra quadradas no coeficiente de variação. População A.

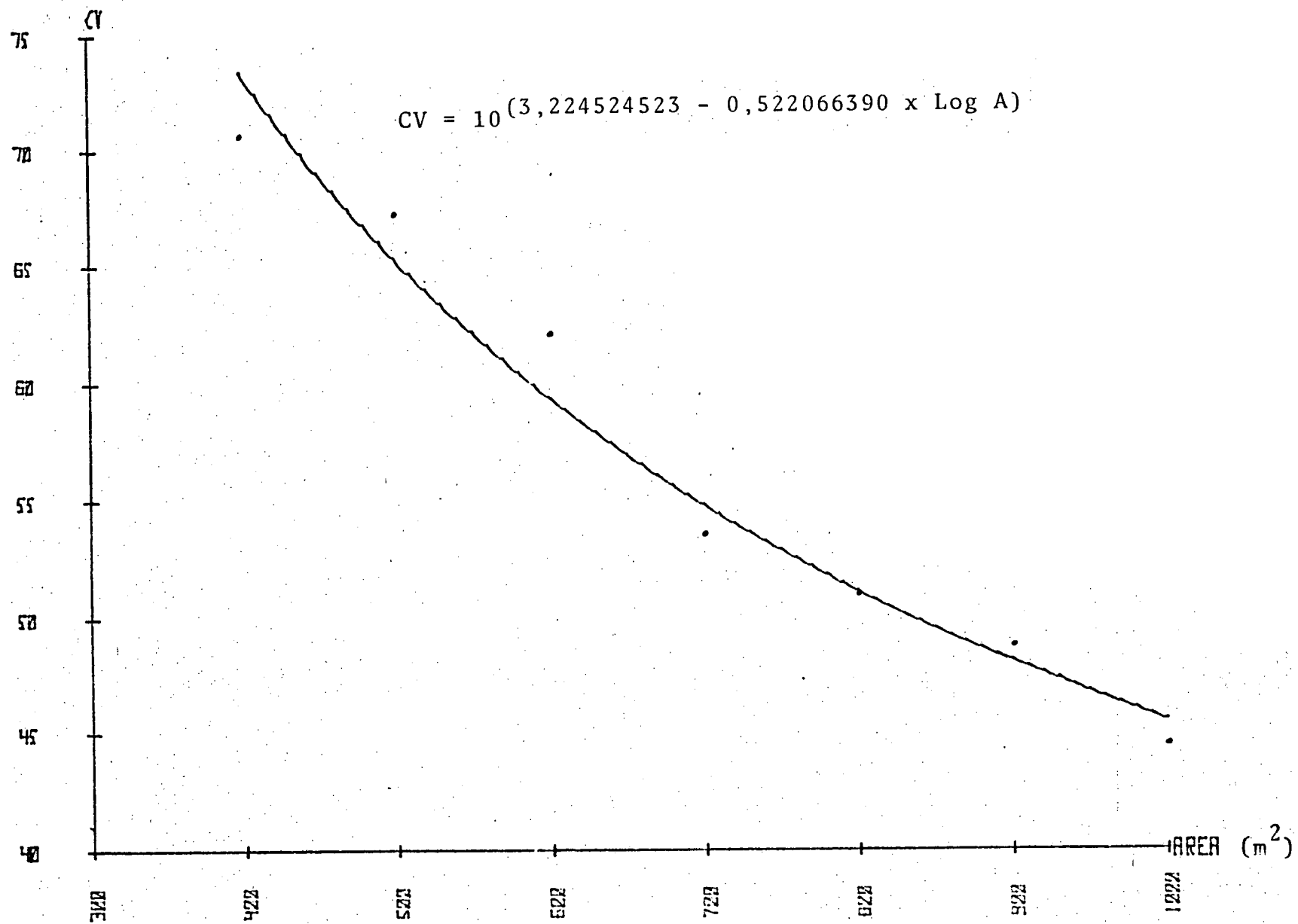
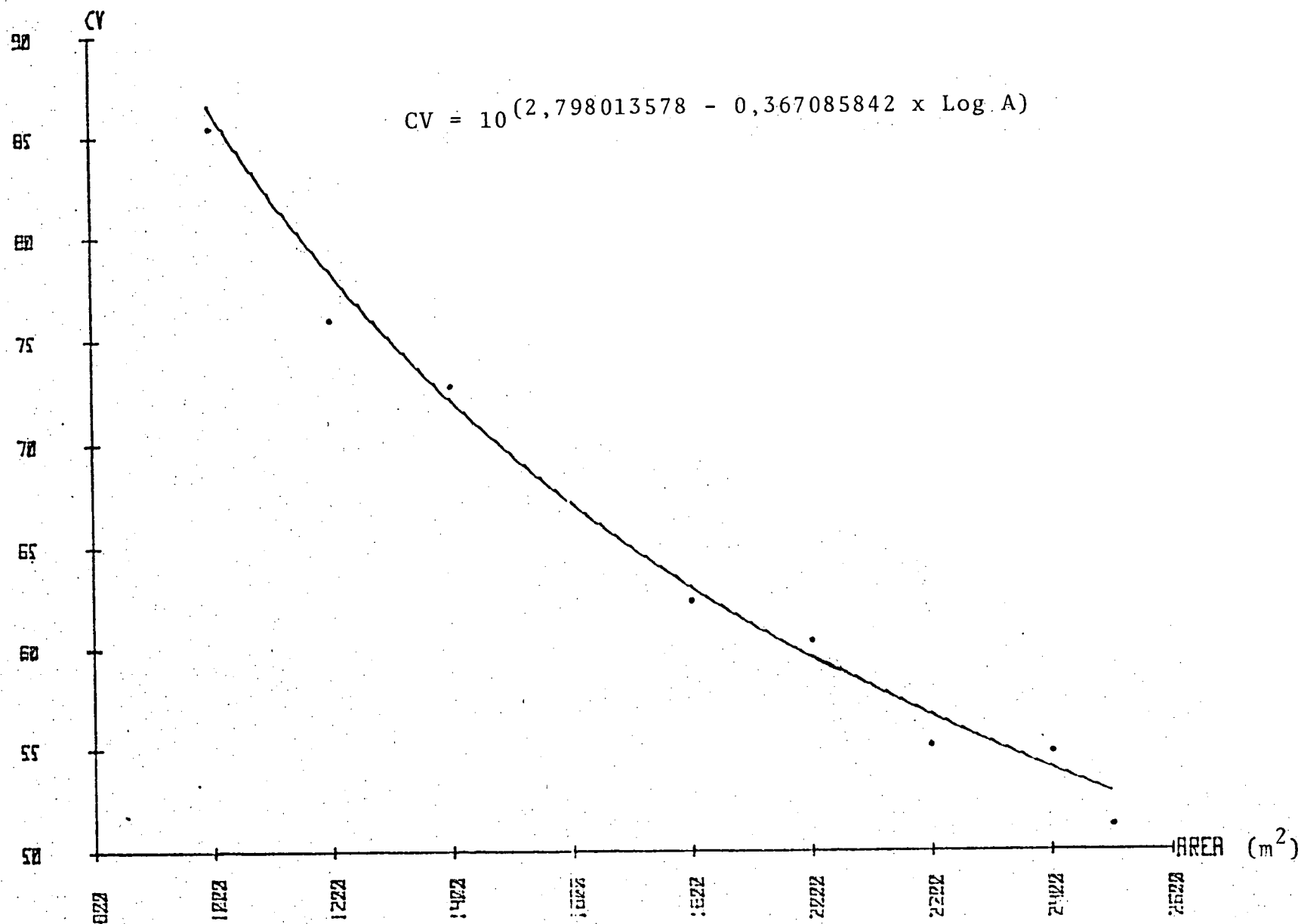


FIGURA 8: Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares no coeficiente de variação. População A.



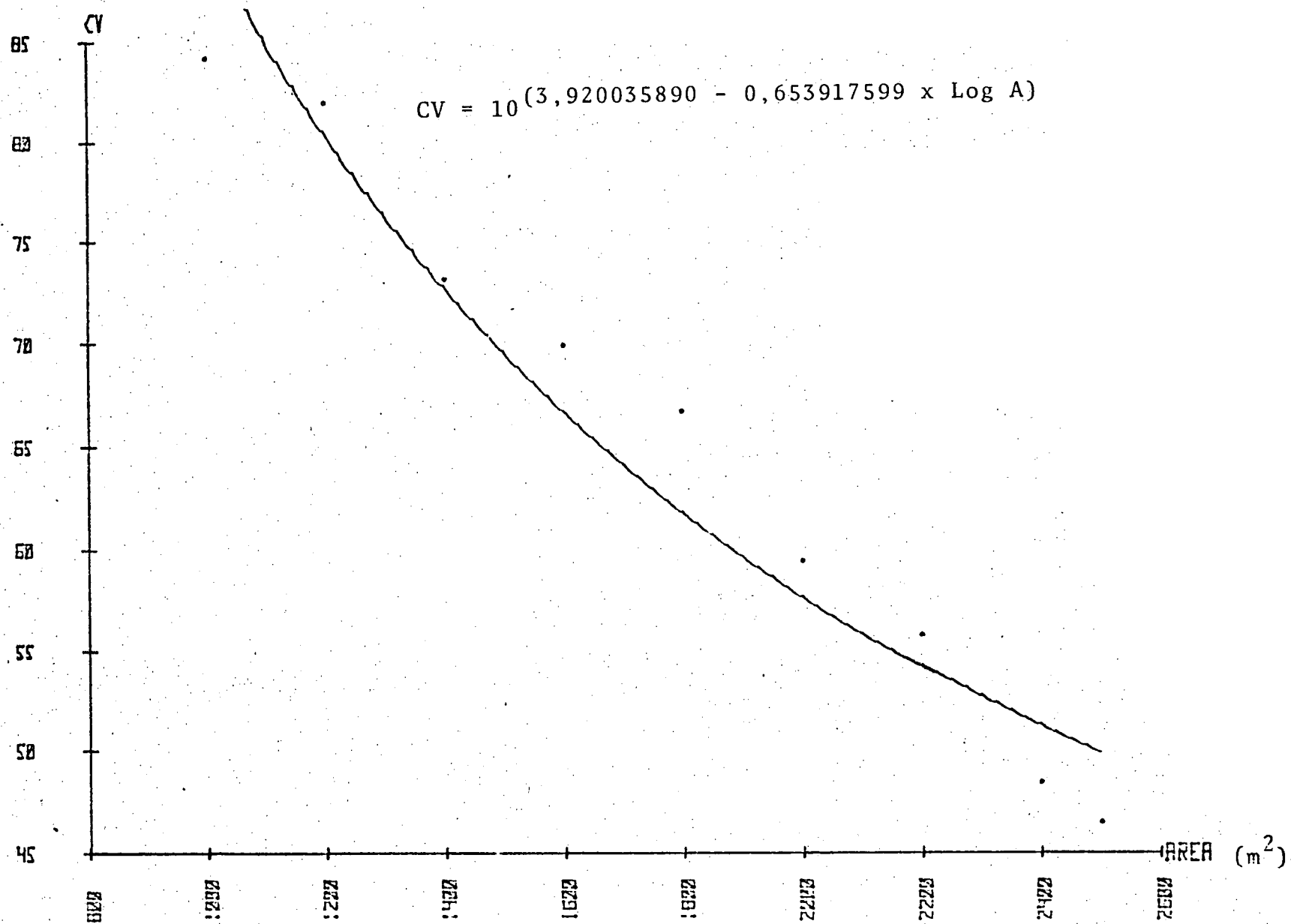


FIGURA 10. Efeito do aumento da área de unidades de amostra quadradas no coeficiente de variação. População B.

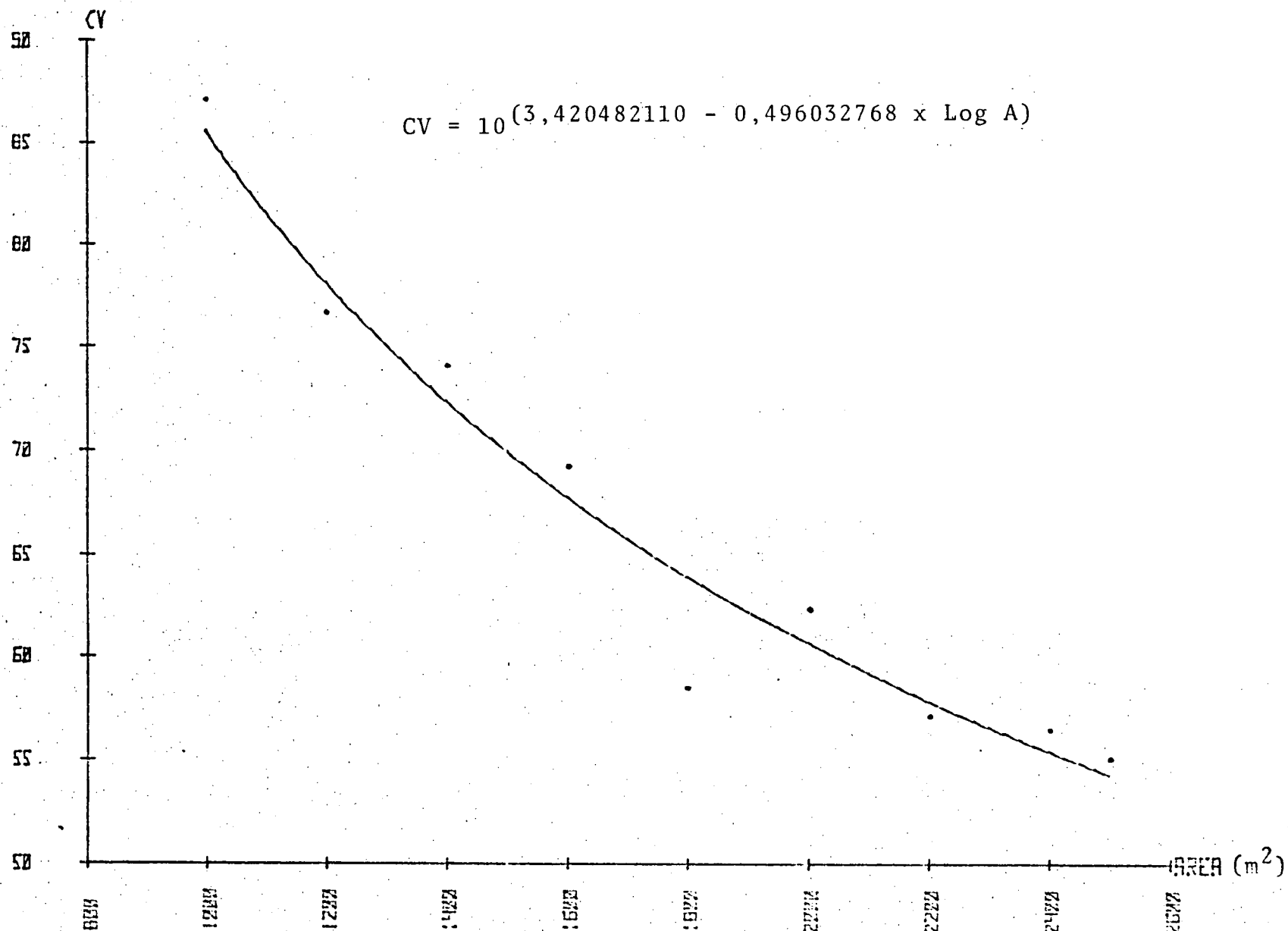


FIGURA 11: Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares de 10 metros de largura no coeficiente de variação. População B.

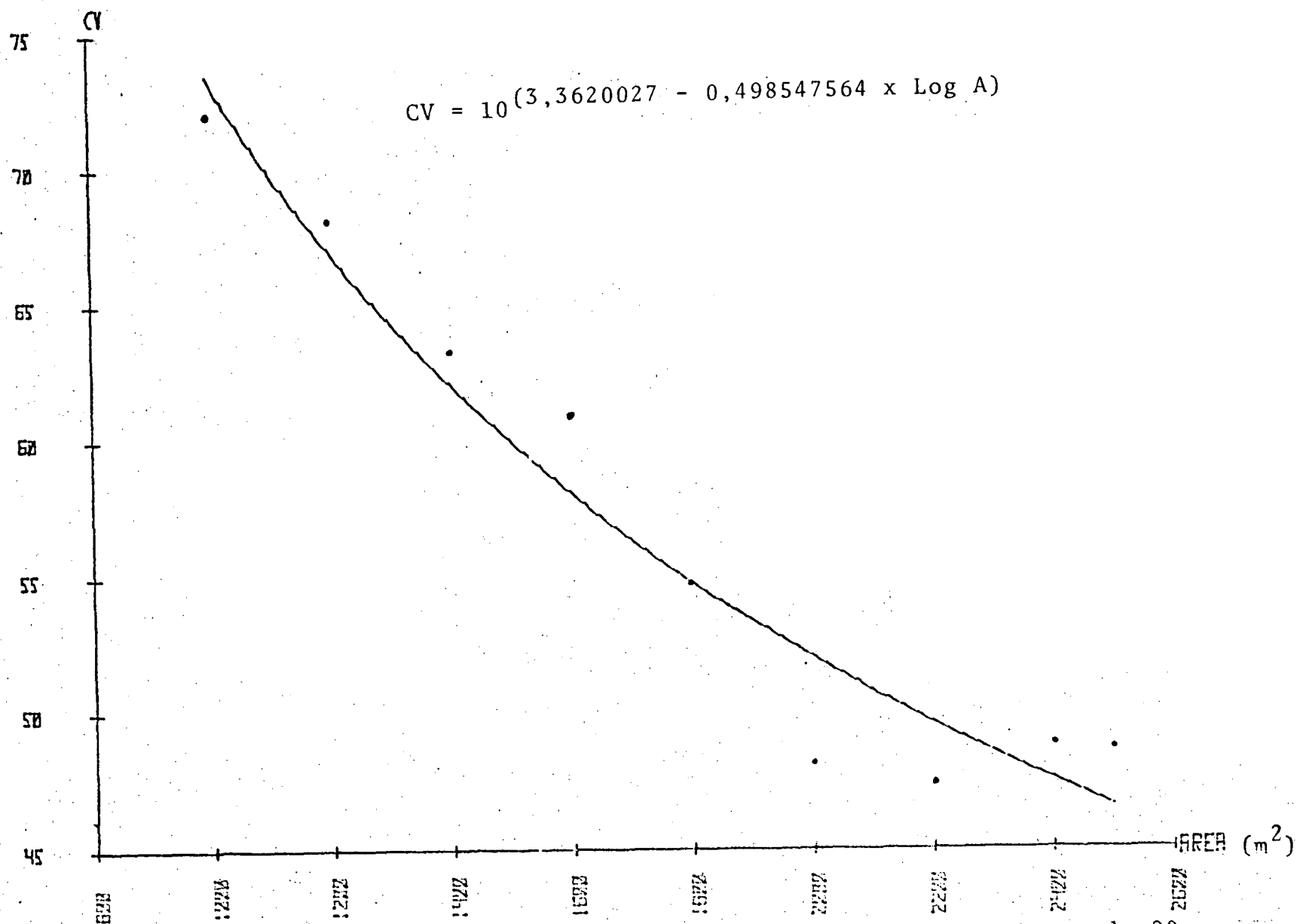


FIGURA 12: Efeito do aumento da área de unidades de amostra retangulares de 20 metros de largura no coeficiente de variação. População B.

Nos quadros 11 e 12 encontram-se os resultados dos números de árvores observados em cada tamanho e forma de unidades de amostra, assim como a ocorrência de parcelas-zero nas simulações de amostragem.

De um modo geral, os menores tamanhos apresentaram o maior número de parcelas-zero, diminuindo à medida em que as unidades de amostra ficaram maiores. Na população A, todos os tamanhos das formas circular e quadrada apresentaram parcelas-zero, ainda que em porcentagem mínimas a partir de 500 m². A forma retangular foi a que melhor absorveu os efeitos dos "vazios", pois a incidência foi nula a partir de 600 m².

Ao contrário da população A, na população B, todos os tamanhos das formas retangulares apresentaram parcelas-zero, sendo mínima a incidência a partir de 1.800 m². Nas formas circular e quadrada, a ocorrência foi nula a partir dos tamanhos de 2.200 m² e 2.000 m², respectivamente.

Quanto ao número de árvores na unidade de amostra, HUSCH¹¹ sugere que o tamanho ideal seja aquele que possa produzir um número de 20 árvores, enquanto NASH & ROGERS¹⁸ estabelecem que esse número situa-se entre 7 e 15 árvores. Em florestas tropicais, torna-se muito difícil atender a essas sugestões, pois o número de árvores que uma unidade de amostra pode produzir, depende não somente da densidade da floresta, como também da distribuição espacial dos indivíduos no terreno e da distribuição das amostras no "lay-out" da amostragem. Se o processo de amostragem usado é o aleatório e se as árvores se distribuem de forma agrupada, podem ocorrer tanto par-

QUADRO 11 - Número observado de árvores e ocorrência de parcelas-zero nas simulações de amostragem. População A

FORMA	TAM- NHO (m ²)	NÚMERO DE ÁRVORES NA UNIDADE			OCORRÊNCIA PARCELAS- ZERO	%(1)
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO		
CIRCULAR	400	0	4	15	6	4,14
	500	0	5	15	2	1,85
	600	0	6	18	2	2,33
	700	0	7	15	2	2,82
	800	0	8	16	2	2,53
	900	0	9	18	2	2,53
	1000	0	10	19	2	2,33
QUADRADA	400	0	4	13	8	5,37
	500	0	5	15	3	2,59
	600	0	6	16	2	1,94
	700	0	7	18	2	2,38
	800	0	8	18	2	2,38
	900	0	9	19	2	2,60
	1000	0	10	20	1	1,33
RETANGULAR	400	0	4	16	5	3,42
	500	0	5	19	3	2,50
	600	1	6	21	-	-
	700	1	6	17	-	-
	800	2	8	18	-	-
	900	2	9	17	-	-
	1000	3	10	18	-	-

(1) porcentagem em relação ao total unidades de amostra simuladas.

QUADRO 12 - Número observado de árvores e ocorrência de parcelas-zero nas simulações de amostragem. População B

FORMA	TAM- NHO (m ²)	NÚMERO DE ÁRVORES NA UNIDADE			OCORRÊNCIA PARCELAS- ZERO	%(1)
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO		
CIRCULAR	1000	0	2	10	13	11,61
	1200	0	3	10	7	7,00
	1400	0	4	11	3	3,41
	1600	0	4	12	3	3,41
	1800	0	4	12	2	3,28
	2000	0	5	12	1	1,72
	2200	1	6	13	-	-
	2400	1	6	13	-	-
	2500	2	7	13	-	-
QUADRADA	1000	0	2	9	15	12,50
	1200	0	3	10	11	9,73
	1400	0	3	12	5	5,75
	1600	0	4	12	3	3,85
	1800	0	4	12	2	2,74
	2000	1	5	13	-	-
	2200	1	6	14	-	-
	2400	2	6	14	-	-
	2500	2	7	14	-	-
RETANGULAR LARG=10m	1000	0	2	9	17	13,28
	1200	0	3	10	9	8,65
	1400	0	3	12	7	7,78
	1600	0	4	13	3	3,23
	1800	0	4	9	1	1,35
	2000	0	5	11	1	1,25
	2200	0	5	12	1	1,37
	2400	0	6	13	1	1,52
	2500	0	6	13	1	1,59
RETANGULAR LARG=20m	1000	0	2	6	9	10,98
	1200	0	3	7	7	8,33
	1400	0	3	7	3	4,00
	1600	0	3	8	2	2,94
	1800	0	4	9	1	1,52
	2000	0	5	10	1	1,82
	2200	0	5	13	1	1,85
	2400	0	6	14	1	1,96
	2500	0	6	14	1	2,00

(1) porcentagem em relação ao total de unidades de amostra simuladas.

celas-zero, se os lugares sorteados coincidirem com "clareiras", como também podem ocorrer parcelas com substancial número de árvores, se os lugares sorteados estiverem situados dentro dos agrupamentos.

Em florestas artificiais torna-se mais fácil escolher um tamanho que possa produzir um número mínimo de árvores, pois os indivíduos distribuem-se uniformemente e com um espaçamento definido, o que não acontece em florestas naturais.

Na população A, os maiores tamanhos produziram, em média 10 árvores, atingindo até 20 árvores com a forma quadrada. Considerando a natureza da floresta, esses números podem ser considerados satisfatórios.

Na população B, devido à sua menor densidade, a média foi de cerca de 6 árvores, atingindo até 14 indivíduos. Nesta população, tamanhos maiores poderiam produzir um número maior de árvores nas unidades de amostra.

4.5. EFICIÊNCIAS RELATIVAS

Os quadros 13 e 14 mostram as eficiências relativas dos diversos tamanhos e formas de unidades de amostra nas populações A e B. As comparações foram feitas com base nas unidades de amostra circulares de 400 m^2 e 1.000 m^2 das populações A e B, respectivamente.

Nas duas populações as unidades de amostra quadradas foram mais eficientes que as demais formas. Na população A, as parcelas de 900 m^2 foram 74% mais eficientes que as circu-

QUADRO 13 - Eficiências relativas de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra na população A

FORMA	TAMANHO	n	T.MÉDIO	T.TOTAL	ERRO %	ER ^{1/}	ER ^{2/}
CIRCULAR	400	145	12,45	1808,25	5,79	100	-
	500	108	14,32	1546,56	5,74	119	-
	600	86	16,06	1381,16	6,19	115	-
	700	71	17,69	1255,99	6,09	130	-
	800	79	19,24	1519,96	5,79	119	-
	900	79	20,72	1636,88	6,12	99	-
	1000	86	22,13	1903,18	5,75	96	-
QUADRADA	400	149	8,21	1223,29	5,75	150	100
	500	132	9,48	1251,36	6,05	132	88
	600	103	10,66	1097,98	5,72	169	113
	700	84	11,77	988,68	6,12	164	109
	800	84	12,82	1076,88	6,03	155	103
	900	77	13,83	1064,91	5,72	174	116
	1000	75	14,80	1110,00	5,89	159	105
RETANGULAR	400	146	10,94	1597,24	5,85	111	74
	500	120	13,83	1659,60	6,14	97	65
	600	118	16,76	1977,68	5,72	94	63
	700	99	19,72	1952,28	5,39	107	71
	800	98	22,69	2223,62	5,16	102	68
	900	82	25,69	2106,58	5,39	99	66
	1000	60	28,71	1722,60	5,75	106	71

1/ Eficiência relativa de todos os tamanhos e formas em relação à circular de 400 m².

2/ Eficiência relativa entre as amostras quadradas e retangulares.

QUADRO 14 - Eficiências relativas de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra na população B.

FORMA	TAMANHO	n	T.MÉDIO	T.TOTAL	ERRO %	ER ^{1/}	ER ^{2/}	ER ^{3/}
CIRCULAR	1000	112	15,39	1723,68	8,08	100	-	-
	1200	100	17,94	1794,00	7,60	109	-	-
	1400	88	20,49	1803,12	7,76	104	-	-
	1600	88	23,03	2026,64	7,73	93	-	-
	1800	61	25,58	1560,38	7,99	113	-	-
	2000	58	28,13	1631,54	7,94	109	-	-
	2200	55	30,68	1687,40	7,44	120	-	-
	2400	48	33,22	1594,56	7,91	113	-	-
	2500	46	34,50	1587,00	7,55	124	-	-
QUADRADA	1000	120	6,16	739,20	7,69	257	100	-
	1200	113	7,47	844,11	7,72	224	87	-
	1400	87	8,79	764,73	7,85	239	93	-
	1600	78	10,11	788,58	7,92	228	88	-
	1800	73	11,45	835,85	7,81	221	86	-
	2000	56	12,79	716,24	7,95	249	97	-
	2200	56	14,14	791,84	7,46	255	99	-
	2400	48	15,50	744,00	6,99	310	120	-
	2500	46	16,18	744,28	6,85	322	125	-
RETANGULAR LARGURA= 10m	1000	128	19,27	2466,56	7,70	77	30	100
	1200	104	23,30	2423,20	7,52	82	32	107
	1400	90	27,32	2458,80	7,81	75	29	98
	1600	93	31,35	2915,55	7,18	75	29	97
	1800	74	35,37	2617,38	6,80	93	36	121
	2000	80	39,39	3151,20	6,97	74	29	96
	2200	73	43,42	3169,66	6,69	79	31	103
	2400	66	47,44	3131,04	6,96	74	29	96
	2500	63	49,45	3115,35	6,94	75	29	97
RETANGULAR LARGURA=20m	1000	82	9,04	741,28	7,96	240	93	311
	1200	84	10,83	909,72	7,43	224	87	291
	1400	75	12,94	970,50	7,30	218	85	283
	1600	68	15,38	1045,84	7,38	198	77	257
	1800	66	18,14	1197,24	6,74	207	80	269
	2000	55	21,23	1167,65	6,49	229	89	297
	2200	54	24,64	1330,56	6,44	204	79	265
	2400	51	28,38	1447,38	6,83	167	65	217
	2500	50	30,37	1518,50	6,87	157	61	204

1/ Eficiência relativa de todos os tamanhos e formas em relação à circular de 1000 m².

2/ Eficiência relativa entre as formas quadrada e retangular.

3/ Eficiência relativa entre as amostras retangulares.

lares de 400 m^2 , tomadas como base de comparação. Na população B, as parcelas quadradas de 2.500 m^2 foram 322% mais eficientes que as circulares de 1.000 m^2 . As unidades de amostra retangulares de 10 metros de largura mostraram-se menos eficientes que as circulares, enquanto que as de 20 metros foram até 140% mais eficientes que o mesmo tamanho da forma circular.

As amostras quadradas foram mais eficientes, devido ao tempo de medição que foi menor que os verificados nas amostras circulares e retangulares. Contudo, se tamanhos maiores que 2.500 m^2 fossem testados, provavelmente a eficiência cairia sensivelmente, pois as dimensões da parcela dificultariam sobremaneira o controle das árvores limítrofes, aumentando o tempo. Além disso, aumentar o tamanho implicaria em aumentar também a probabilidade de erros sistemáticos resultantes do controle inexato das árvores de bordadura.

Entre as unidades de amostra retangulares, as de 20 metros de largura foram superiores às de 10 metros, sendo que o tamanho de 1.000 m^2 foi 311% mais eficiente.

A comparação entre a forma quadrada e a retangular resultou novamente na maior eficiência das parcelas quadradas de 2.500 m^2 .

Na população A, a comparação apenas das formas quadrada e retangular confirmou a superioridade das quadradas de 900 m^2 .

5. CONCLUSÕES

Os resultados alcançados permitiram ao autor as seguintes conclusões:

- 1) Nas duas populações estudadas, as amostras quadradas apresentaram menor tempo total de medição, quando comparadas com outras formas de mesmo tamanho.
- 2) A precisão das estimativas obtidas nas simulações de amostragem foi sempre inferior ao limite de erro estipulado na amostragem preliminar. De conformidade com resultados alcançados por outros autores, o erro-padrão diminuiu à medida em que as unidades de amostra se tornaram menores e mais numerosas.
- 3) O coeficiente de variação decresceu exponencialmente com o aumento do tamanho das unidades de amostra, porém, a amplitude de tamanhos considerada neste trabalho não provocou sua estabilização.
- 4) O número médio de árvores encontrado na população

A para os maiores tamanhos testados (10 árvores), foi considerado satisfatório, tendo em vista os valores mínimos recomendados por NASH & ROGERS¹⁸ (7 a 15 árvores em média). Na população B, o número médio obtido situa-se no limite inferior daqueles apontados pelos referidos autores.

5) Na população A, a forma retangular absorveu melhor o efeito do grupamento de árvores, pois a incidência de parcelas-zero foi nula a partir do tamanho de 600 m^2 ; na população B, a incidência foi mínima a partir do tamanho de 1.800 m^2 .

6) Para as condições da região estudada, e considerando a amplitude de tamanhos usada no presente trabalho, as amostras quadradas de 900 m^2 para a população A e 2.500 m^2 para a população B, foram mais eficientes que os demais tamanhos e formas testadas.

6. RESUMO

Com o objetivo de determinar tamanhos e formas mais eficientes para aplicação em inventários florestais da floresta tropical úmida amazônica, uma área de 35 ha foi inventariada à intensidade de 100%, anotando-se as coordenadas de cada árvore, a partir do diâmetro de 15 cm.

Para possibilitar o cálculo das eficiências relativas foi feito um estudo de tempo de medição dos diversos tamanhos e formas de unidades de amostra consideradas no presente trabalho.

Duas populações foram definidas: a população A, constituída pelas árvores com diâmetros variando de 15,0 a 14,9 cm e a população B representada pelas árvores com diâmetros iguais ou superiores a 45 cm.

Foram utilizadas as formas mais comuns em amostragem florestal, ou seja, o círculo, o quadrado e o retângulo, este com larguras de 10 e 20 metros. A amplitude de tamanhos aplicada foi de 400 a 1.000 m² na população A e 1.000 a 2.500 m² na população B.

No inventário florestal foram identificados 142 nomes

vulgares que proporcionaram os volumes médios por hectare (parâmetros) de $58,23 \text{ m}^3$ para a população A e $105,40 \text{ m}^3/\text{ha}$ para a população B.

Para avaliar a precisão das estimativas das combinações tamanho-forma de unidades de amostra, foram realizadas 57 simulações de amostragem, através de um programa escrito em linguagem BASIC, processadas no computador Hewlett Packard modelo 9830. O processo de amostragem utilizado foi a amostragem aleatória simples.

A escolha das combinações tamanho-forma mais eficientes foi feita com base na eficiência relativa.

Com base nos resultados alcançados, o autor ressalta as seguintes conclusões:

a) Nas duas populações estudadas, as amostras quadradas exigiram menor tempo de estabelecimento e medição, quando comparadas com as formas retangular e circular de mesmo tamanho.

b) Para as condições da região estudada, e considerando a amplitude de tamanhos usada, as amostras quadradas de 900 m^2 para a população A e 2.500 m^2 para a população B, foram mais eficientes que os demais tamanhos e formas testados.

SUMMARY

The main objective of the present research was to study the efficiency of several sizes and shapes of sampling units used in forest inventories of the humid tropical forest in the Amazon Region.

The whole population of trees with diameter at breast height (dbh) equal to 15 centimeters and up, was measured and plotted on a map. An investigation about time spent to measure and locate all sizes and shapes of sampling units was carried out to make possible the estimation of the relative efficiency.

Two populations were defined within this 35 hectares: population A - formed by all trees with dbh ranging from 15,0 - 44,9 cm; population B - trees with dbh equal to 45,0 cm and up.

The tested forms were circular, square and two rectangular with the smaller side equal to 10 m and 20m. The sizes of the sampling units ranged from 400 to 1000 m² for the population A, and from 100 to 2500 m² for the population B.

One hundred forty two common names of forest species were identified during the forest inventory. The average volume per hectare was 58,23 m³ for population A, and 105,40 m³

for population B.

For evaluating the precision of the estimates of the combinations size-shape of sampling units, 57 sampling simulations were performed. A program written in Basic Language was used to process them in the Hewlett Packard, model 9830 computer. The completely random system was used in the sampling process.

The choice of the best size and shape combinations was made on the basis of the relative efficiency.

Basing on the results the author pointed out the following conclusions:

a) The square samples needed a lower time to stabilize and measure, when compared with rectangular and circular shapes of same sizes, for both populations.

b) For the conditions of the studied region the square samples of 900 m^2 for Population A and 2500 m^2 for Population B, were more efficient than the other tested sizes and shapes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORMANN, F.H. The statistical efficiency of sample plot size and shape in forest ecology. Ecology, 34 (3): 474-87, 1953.
2. CHRISTIDIS, B.G. The importance of the shape of plots in field experimentation. The Journal of Agric. Sci., 21 (1): 14-37, 1931.
3. DUBOIS, J. Preliminary forest management guidelines for the national forest of the Tapajós. Belém, PRODEPEF, 1976. 41p. mimeografado.
4. FAO. Manual de inventário forestal con especial referencia a los bosques mistos tropicales. Roma, FAO, 1974. 195 p.
5. _____. Surinam forest inventory. Paramaribo, FAO, 1975. Technical Report, 6. 157 p.
6. FREESE, F. Elementary forest sampling. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Trad. sd. 69 p.
7. _____. Relation of plot size to variability: an approximation. Journal of Forestry, 59 (9): 679, 1961.
8. FURNIVAL, G.M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Sci, 7 (4):337-41,1961.
9. HEINSDIJK, D. & BASTOS, A.M. Inventários florestais na Amazônia. B. Setor Invent. Flor. (6): 1-10, 1963.
10. HETHERINGTON, J.C. Samples? What shape? How large? How many? Scottish Forestry 29 (4): 200-267, 1975.
11. HUSCH, B. Planificación de un inventario forestal, Roma, FAO, 1971. 135 p.

12. HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. Forest mensuration. 2 ed. New York, The Ronald Press Co., 1972. 410 p.
13. JUSTENSEN, S.H. Influence of size and shape of plots on the precision of field experiments with potatoes. The Journal of Agric. Sci. 22 (2):366-72, 1932.
14. KALAMKAR, R.J. Experimental error and the field-plot technique with potatoes. The Journal of Agric. Sci. 32 (2):373-85, 1932.
15. KULOW, D.L. Comparision of forest sampling designs. Journal of Forestry. 64 (7):469-74, 1966.
16. LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. Forest inventory. Munich, BLV, 1973. v. 2. 469 p.
17. MESAVAGE, C. & GROSENBAUGH, L.R. Efficiency of several cruising designs on small tracts in North Arkansas. Journal of Forestry. 3 (9):569-76, 1956.
18. NASH, A.J. & ROGERS, B. Inventory and evaluation of the forest resources in the state of Pará. Belém, IDESP-USAID, 1975. 188 p.
19. NYSSONEN, A. Inventories for amazonian forestry development. Brasilia, FAO, 1978. Technical Report 8. 37 p.
20. QUEIROZ, V.T. Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do planalto do Tapajós. Curitiba, 1977. 109 p. Tese. Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
21. SILVA, L.B.X. Tamanhos e formas de unidades de amostras em florestas plantadas de Eucalyptus alba Rewien. Curitiba, 1977. 141p. Tese. Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

22. SYNNOTT, T.J. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforest. Oxford, C.F.I. 1979. Occasional paper N. 14. 67 p.
23. TELLO, J.C.R. Eficiência e custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em floresta nativa de Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze no Sul do Brasil. Curitiba, 1980. 144 p. Tese Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
24. YARED, J.A.G.; CARPANEZZI, A.A.; CARVALHO FILHO, A. P. Ensaio de espécies florestais no planalto do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. Bol. de Pesq. II. 22 p.

APÉNDICE

FÓRMULAS USADAS (Amostragem inteiramente aleatória)

1) Média $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$

2) Variância: $s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}}{n - 1}$

3) Erro-padrão: $s_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{s_y^2}{n} (1 - n/N)}$

N = número total de unidades em toda a população

n = número de unidades na amostra.

4) Erro em porcentagem: $E\% = \frac{s_{\bar{y}}}{\bar{y}} \cdot 100$

5) Coeficiente de variação $CV = \frac{s_{\bar{y}}}{\bar{y}} \cdot 100$

6) Tamanho da amostra:

$$n = \frac{1}{\frac{E^2}{t^2 \cdot s_y^2} + \frac{1}{N}} \quad (\text{população finita}) \text{ ou}$$

$$n = \frac{t^2 s_y^2}{E^2} \quad (\text{população infinita})$$

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
001	Abiurana	<u>Pouteria</u> sp. <u>Syzygiopsis</u> sp.	Sapotaceae
002	Abacáterana	<u>Nectandra</u> sp	Lauraceae
003	Achuã	<u>Saccoglottis guianensis</u> Benth	Humiriaceae
004	Achichã	<u>Sterculia pilosa</u> Ducke	Sterculiaceae
005	Açoita-cavalo	<u>Luehea speciosa</u> Willd	Tiliaceae
006	Amarelão	<u>Apuleia molaris</u> Spruce et Benth	Leguminosae
007	Amapã-doce	<u>Brosimum</u> sp	Moraceae
008	Amapã-amargoso	<u>Brosimum guianensis</u> Aubl. Huber	Moraceae
009	Amapaí	<u>Brosimum lactescens</u> (S. Moore) C.C. Berg	
010	Amarelinho	-	-
011	Andiroba	<u>Carapa guianensis</u> Aubl	Meliaceae
012	Anani	<u>Symphonia</u> sp	Guttiferae
013	Angelim	<u>Hymenolobium excelsum</u> Ducke	Leguminosae
014	Angelim-rajado	<u>Pithecelobium racemosum</u> Ducke	Leguminosae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
015	Angelim-da-mata	<u>Hymenolobium flavium</u> Kleinh	Leguminosae
016	Aquiqui	-	-
017	Aroeira	<u>Astronium</u> sp	Anacardiaceae
018	Araracanga	<u>Aspidosperma</u> sp	Apocynaceae
019	Bacuri-da-mata	<u>Rheedia</u> sp	Guttiferae
020	Bacurirana	<u>Rheedia</u> sp	Guttiferae
021	Breu	<u>Protium</u> sp	Burseraceae
022	Breu-sucuruba	<u>Trattinickia</u> sp	Burseraceae
023	Breu-branco	<u>Protium</u> sp	Burseraceae
024	Breu-vermelho	<u>Protium</u> sp	Burseraceae
025	Bucheira	-	-
026	Burra-leiteira	-	-
027	Castanheira-do-pará	<u>Bertholletia excelsa</u> Ducke	Lecythidaceae
028	Castanheira-sapucaia	<u>Lecythis usitata</u> var. <u>paraensis</u>	Lecythidaceae
029	Capitiú	<u>Siparuna guianensis</u> Aubl	Guttiferae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
030	Cariúba	<u>Minuartia</u> sp	Olacaceae
031	Cariúba-vermelha	<u>Minuartia</u> sp	Olacaceae
032	Caraipê	<u>Licaria incana</u> Aubl	Rosaceae
033	Caucho	<u>Castilloa ulei</u> Harb	Moraceae
034	Cedro-vermelho	<u>Cedrela odorata</u> L.	Meliaceae
035	Copaíba	<u>Copaifera</u> sp	Leguminosae
036	Copaibarana	<u>Copaifera</u> sp	Leguminosae
037	Coataquiçaua	<u>Peltogyne</u> sp	Leguminosae
038	Cocão	<u>Crudia glaberrima</u> (Stend) Macbr	Leguminosae
039	Coração-de-negro	<u>Swartzia</u> sp	Leguminosae
040	Cupiúba	<u>Goupia glabra</u> Aubl	Celastraceae
041	Cumarú	<u>Dipteryx odorata</u> Aubl	Leguminosae
042	Cuiarana	<u>Terminalia argentea</u> Martet Zucc.	Combretaceae
043	Envira	<u>Duguetia</u> sp	Anonaceae
044	Envira-branca	<u>Guatteria</u> sp	Anonaceae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
045	Envira-preta	<u>Guatteria</u> sp	Anonaceae
046	Envira-barbatimão	<u>Guatteria</u> sp	Anonaceae
047	Envira-surucucu	<u>Duguetia</u> sp	Anonaceae
048	Envira-surucucu-branca	-	Anonaceae
049	Envira-surucucu-preta	-	Anonaceae
050	Faveira	<u>Piptadenia</u> sp	Leguminosae
051	Faveira-folha-fina	<u>Piptadenia suaveolens</u> Miq.	Leguminosae
052	Fava-amargosa	<u>Vataireopsis speciosa</u> Ducke	Leguminosae
053	Fava-arara-tucupi	<u>Parkia multijuga</u> Benth	Leguminosae
054	Fava-barbatimão	<u>Stryphnodendron pulcherrimum</u> (Wild.) Hook	Leguminosae
055	Fava-bolacha	<u>Vatairea</u> sp	Leguminosae
056	Fava-orelha-de-negro	-	Leguminosae
057	Facheiro	<u>Dennis spruceana</u> (Benth) Ducke	Leguminosae
058	Freijó	<u>Cordia bicolor</u> A. DC.	Boraginaceae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas em área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
059	Glícia	<u>Glycidendron</u> <u>amazonicum</u> (Poir) Stend	Euphorbiaceae
060	Gombeira	<u>Swartzia</u> <u>stipulifera</u> Harms	Leguminosae
061	Gombeira-branca	-	Leguminosae
062	Guariúba	<u>Clarisia</u> <u>racemosa</u> Ruiz & Pav.	Moraceae
063	Itaúba	<u>Mezilaurus</u> <u>itauba</u> (Meiss) Mez.	Lauraceae
064	Itaúba-abacate	<u>Mezilaurus</u> <u>lindaviana</u> Et. Mez.	Lauraceae
065	Itaúba-amarela	<u>Mezilaurus</u> sp	Lauraceae
066	Janitã	<u>Brosimum</u> <u>guianensis</u> Aubl. Huber	Moraceae
067	Jarana	<u>Holopyxidium</u> <u>jarana</u> Ducke	Lecythidaceae
068	Jenipapo-da-mata	<u>Gustavia</u> sp	Lecythidaceae
069 e 070	Jutaí	<u>Hymenaea</u> sp	Leguminosae
071	Jutaí-mirim	<u>Hymenaea</u> <u>parvifolia</u> Huber	Leguminosae
072	Jutaí-pororoca	<u>Dialium</u> sp	Leguminosae
073	Jutairana	<u>Crudia</u> sp	Leguminosae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas em área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
074	Louro	<u>Aioua</u> spp, <u>Aniba</u> spp	Lauraceae
075	Louro-rosa	<u>Aniba</u> sp	Lauraceae
076	Maçaranduba	<u>Manilkara</u> <u>huberi</u> (Ducke) Standley	Sapotaceae
077	Macacaúba	<u>Platymiscium</u> sp	Leguminosae
078	Mamorana	<u>Bombax</u> <u>globosum</u> Ducke	Bombacaceae
079	Mandioqueira-áspera	<u>Qualea</u> sp	Vochysiaceae
080	Maparajuba	<u>Manilkara</u> <u>paraensis</u> Hub	Sapotaceae
081	Marfim	-	-
082	Marfim-preto	-	-
083	Marupá	<u>Simaruba</u> <u>amara</u> Aubl	Simarubaceae
084	Matamatã	<u>Eschweilera</u> spp	Lecythidaceae
085	Melancieira	<u>Alexa</u> <u>grandiflora</u> Ducke	Leguminosae
086	Molongó	<u>Aspidosperma</u> sp	Apocynaceae
087	Morototó	<u>Didymopanax</u> <u>morototoni</u> (Aubl.) Decne e Planch	Araliaceae
088	Muiracatiara	<u>Astronium</u> <u>gracile</u> Engl.	Anacardiaceae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
089	Muirapinima	<u>Brosimum</u> sp	Moraceae
090	Muirapixuna	<u>Caesalpinia</u> <u>paraensis</u> Ducke	Leguminosae
091	Muiratinga	<u>Helicostylis</u> <u>pedunculata</u> Ben.	Moraceae
092	Muiratinga-folha-grande	-	Moraceae
093 e 094	Munguba	<u>Bombax</u> sp	Bombacaceae
095 e 096	Muruci	<u>Byrsonima</u> sp	Malpighiaceae
097	Mururé	<u>Brosimum</u> <u>obovatum</u> Ducke	Moraceae
098	Muuba	<u>Bellutia</u> sp	Melastomataceae
099	Pau-branco	-	-
100	Pau-d'arco	<u>Tabebuia</u> <u>ochracea</u> (Cham.) Standl	Bignoniaceae
101	Pau-jacaré	<u>Laetia</u> <u>procera</u> (Poepp.) Eichl	Flacourtiaceae
102	Pau-marfim	<u>Agonandra</u> <u>brasiliensis</u> Miers	Opiliaceae
103	Pau-rosa	<u>Aniba</u> <u>duckei</u> Kostermans	Lauraceae
104	Pau-roxo	-	-
			Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
105	Paraparã	<u>Jacaranda copaia</u> (Aubl.) D. Cor.	Bignoniaceae
106	Pente-de-macaco	<u>Apeiba echinata</u> var. <u>macropetala</u>	Tiliaceae
107	Piquiã	<u>Caryocar villosum</u> (Aubl.) Pers	Caryocaraceae
108	Pitomba-da-mata	<u>Talisia</u> cf. <u>carinata</u> Radlk	Sapindaceae
109	Pororoca	-	-
110	Pracuuba	<u>Mora</u> sp	Leguminosae
111	Quaruba	<u>Vochysia</u> sp	Vochysiaceae
112	Quaruba-verdadeira	<u>Vochysia maxima</u> Ducke	Vochysiaceae
113	Quarubarana	<u>Erisma uncinatum</u> Warn	Vochysiaceae
114	Rosadinho	<u>Micropholis</u> sp	Sapotaceae
115	Seringueira	<u>Hevea</u> sp	Euphorbiaceae
116	Sucuuba	<u>Himatanthus sucuuba</u> (Spruce) Wood	Apocynaceae
117	Sucuuba-branca	<u>Himatanthus</u> sp	Apocynaceae
118	Sucuuba-vermelha	<u>Himatanthus</u> sp	Apocynaceae
119	Sucupira	<u>Bowdichia nitida</u>	Leguminosae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental.
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
120	Sucupira-vermelha	<u>Andira parviflora</u> Ducke	Leguminosae
121	Sumaúma	<u>Ceiba pentandra</u> (L.) Gaertn	Bombacaceae
122	Taxi	<u>Sclerolobium</u> sp	Leguminosae
123	Taxi-branco	<u>Sclerolobium</u> sp	Leguminosae
124	Taxi-preto	<u>Tachigalia myrmecophilla</u> Ducke	Leguminosae
125	Taxi-vermelho	<u>Sclerolobium crysophyllum</u> P. et Endl.	Leguminosae
126	Taquari	<u>Mabea</u> sp.	Euphorbiaceae
127	Tatajuba	<u>Bagassa guianensis</u> Aubl.	Moraceae
128	Tatapiririca	<u>Tapirira guianensis</u> Aubl.	Anacardiaceae
129	Tauari	<u>Couratari</u> sp	Lecythidaceae
130	Tento	<u>Ormosia</u> sp	Leguminosae
131	Tento-folha-miúda	<u>Ormosia</u> sp	Leguminosae
132	Tento-folha-graúda	<u>Ormosia</u> sp	Leguminosae
133	Timbaúba	<u>Enterolobium maximum</u> Ducke	Leguminosae
134	Uxi	<u>Saccoglottis</u> sp	Humiriaceae

Continua

QUADRO 15 - Nomes vulgares, nomes científicos e famílias encontradas na área experimental
(Continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
135	Uxi-liso	<u>Endopleura uchi</u> (Huber) Ducke	Humiriaceae
136	Ucuuba	<u>Virola</u> sp	Myristicaceae
137	Ucuuba-da-terra-firme	<u>Virola melinonii</u> (Ben)A.C. Smith	Myristicaceae
138	Ucuuba-peluda	<u>Virola</u> sp	Myristicaceae
139	Ucuuba-vermelha	<u>Iryanthera</u> sp	Myristicaceae
140	Ucuubarana	<u>Iryanthera</u> sp	Myristicaceae
141	Urucu-da-mata	<u>Bixa arborea</u> Hub.	Bixaceae
142	Não identificada		

QUADRO 16: Frequência por espécie e classe de diâmetro

ESP/CL.D	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	SOM
1	195	103	55	31	13	8	5	1	2		2	415
2		1										1
3	1		3	1	2							7
4	20	17	3	5	1							46
5	1											1
6				2	2	1		1	1			7
7	11	5	3	1	3	1	1		1			26
8	5	6	2		1							14
9	4	3	1	2	1							11
10		1										1
11	116	97	83	50	31	23	11	3	1	2		417
12	2	1	3									6
13		1										1
14	2		1	1								4
15		1					2		1			4
16		1										1
17	6	4	3	1	3	8		3	1	1	1	31
18	2		1	2								5
19		1										1
20	1	2										3
21	6	9	1	1								17
22	3	2	3	1								9
23	10	1	2									13
24	123	47	9									179
25				2								2
26		1										1
27	7	1	3	1	2	1	1	1	3		4	24
28	2	3	1	1	1	1	1	1		1		12
29			2	1								3
30			1	1				1				3
31			1									1
32	4	1										5
33	4	1										5
34					1							1
35	7	1	3		1	2		1				15
36	3		1	1		1						6
37				1								1
38	4	5										9
39	4	4	3									11
40			5	3	7	2	1	3	1	1		23
41	2	3	2	1								8
42	2	1	4	5	2	2		3	1			20
43	3											3
44	13	2	3	2								20
45	23	8	15	6								52
46		1										1
47	8	1	1									10
48	1	1										2
49	2											2
50		1										1
51	1		1		1							3
52	1	2		3					1	1	1	9
53	5	5	1	2		1		1				15
54	1	3	1	1								6
55		1										1
56							1					1
57		3										3
58	54	22	9	3	2							90
59	4	4	1		4	1						14
60	3	1	3		2		1					10
61			1									1
62	5	1		1		1						8
63	2	3	1						1			7
64	5	9	4			1						19
65	3	3	2	2		3	1					14
66	33	6	1	1	1							42
67	32	18	10	5	5	10	3	5		3	1	92
68	1											1
69	1											1
70	4	4	4	3	5	3	1	4	6	3	9	46
71	8	2	1		1	1		1				14
72	2	4	2	2								10
73	1				1	1						3
74	124	68	32	12	10	4				1	1	272
75	1											1
76	22	14	22	8	12	7	10	3		1	1	106
77	5	1	1	1								8
78	2	2					1		1			6
79	1					1			1			3
80	1											1
81	1		1									2
82	2											2
83	2	1	2		3							9
84	212	137	46	20	4	9	2					429

Continua

QUADRO 16: Frequência por espécie e classe de diâmetro
(Continuação)

85	15	6	12	8	5	7	2	1		57		
86	1									1		
87	3	1	1		1	2				3		
88	2	2		1						5		
89	1									1		
90	2	1	1		1					3		
91	65	31	23	13	3					135		
92			1							1		
93	3	2			1	1				7		
94	1									1		
95	1	1								2		
96		6	1							7		
97					1					1		
98	8	2								10		
99	2		3	1						6		
100							2		1	3		
101	6	2	2		2	1				15		
102		1								1		
103	1									1		
104	1									1		
105	22	7	4	4	3					40		
106	9	10	9	4	3	1				36		
107		1			1		1		1	4		
108	1									1		
109	6	7	8	4						25		
110		1	1							2		
111	3			2				1	2	8		
112	1									1		
113	2	1		5	4	3	3	2	2	22		
114	5	3	1	2	2					13		
115	10	14	17	6	2	4	2			76		
116	4	2			1					6		
117	1									1		
118		1								1		
119	6		2		3	3		1		15		
120	2									2		
121								2		2		
122	1	1								2		
123	3	3								6		
124	21	2	2	2	3	1				31		
125	55	16	15	11	14	5	4	2	1	123		
126	9	9								18		
127	1	1					1	2	1	6		
128	11	15	6	2						34		
129	68	32	25	6	14	7	8	4	3	168		
130	6	5	5	3		2				21		
131		2								2		
132	2		1							3		
133			1						2	3		
134	4	3								7		
135	14	4	4	8	2	1	1			34		
136	2	1	1							4		
137	59	57	30	16	10	4	3			179		
138	3		2	3	1	1				10		
139	23	9								32		
140	29	9	3							41		
141	84	60	26	12	3					185		
142	8	5		1	2		1			17		
SOM	1733	1009	571	301	211	135	71	47	26	16	28	4146

QUADRO 17: Volume por espécie e classe de diâmetro

ESP. CL. D	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	51.63	76.62	20.23	75.47	43.32	36.93	39.85	8.06	17.66		25.54	445.72
2		0.79										0.79
3	0.46		4.21	2.52	6.10							13.29
4	5.65	11.88	4.07	11.81	3.16							36.58
5	0.19											0.19
6				4.35	6.89	4.11		7.41	9.44			32.16
7	3.57	3.13	4.62	2.83	9.60	4.11	5.44		9.26			42.56
8	1.35	3.99	3.27		3.99							12.59
9	1.38	2.46	1.27	4.46	3.39							12.90
10		0.67										0.67
11	32.03	76.28	123.58	119.52	104.92	105.65	65.39	22.09	9.26	22.41		681.11
12	0.44	0.73	3.62									4.69
13		0.79										0.79
14	0.38		1.20	2.22								3.80
15		0.67					12.34		9.62			22.67
16		0.62										0.62
17	1.94	3.09	3.75	1.94	11.96	35.89		22.89	9.44	11.67	12.26	114.84
18	0.52		1.35	5.24								7.11
19		0.51										0.51
20	0.13	1.48										1.61
21	1.53	5.98	1.12	2.42								11.75
22	0.77	1.38	4.78	2.42								9.13
23	2.82	1.65	3.62									6.96
24	34.77	33.78	11.88									20.44
25				5.03								5.03
26		0.73										0.73
27	2.14	0.62	5.11	2.83	6.55	4.49	6.78	7.09	27.62		73.10	138.73
28	0.35	2.45	1.27	2.42	3.86	4.49	6.62	8.46		10.35		40.21
29			3.27	2.83								6.10
30			1.43	1.94								11.77
31			1.43					8.46				1.43
32	1.46	0.99										2.14
33	0.20	0.57										1.46
34					3.16							3.16
35	1.97	0.92	4.21		3.05	9.65		8.23				28.02
36	0.71		1.51	2.72		4.11						6.46
37				2.62								2.62
38	0.75	3.48										4.21
39	1.01	3.02	4.79									6.21
40			7.97	7.45	23.17	9.79	6.17	22.68	9.44	11.48		98.75
41	0.62	2.08	3.12	2.83								6.66
42	0.59	0.72	6.06	11.61	7.25	9.66		22.73	10.16			67.89
43	1.01											1.01
44	3.34	1.25	4.78	4.16								13.93
45	5.95	6.00	19.29	13.25								44.43
46		0.79										0.79
47	1.90	0.67	1.35									3.93
48	0.19	0.51										0.79
49	0.32											0.32
50		0.51										0.51
51	0.37		1.85		2.94							6.16
52	0.37	1.29		7.57					9.44	10.35	12.26	41.29
53	1.26	4.07	1.67	4.76		4.24		7.73				23.73
54	0.42	1.97	1.43	1.94								5.75
55		0.85										0.85
56							3.44					5.44
57		2.57										2.57
58	14.63	14.60	12.75	7.26	7.13							56.37
59	1.22	3.25	1.85		13.91	5.17						25.40
60	1.06	0.57	4.40		7.25			6.17				19.44
61			1.20									1.20
62	1.58	0.62		2.32		4.76						9.27
63	0.59	1.92	1.43						9.26			13.20
64	1.39	6.26	5.52			4.24						17.40
65	0.70	2.21	3.20	4.83		14.29	6.17					31.39
66	8.93	4.19	1.35	2.72	3.27							29.47
67	8.83	12.95	15.54	12.43	16.18	47.64	18.22	38.02		33.68	14.74	219.29
68	0.13											0.13
69	0.69											0.69
70	1.41	2.97	6.46	6.59	19.09	14.42	5.59	31.43	55.62	33.11	130.68	307.36
71	2.13	1.66	1.59		3.50	4.49		8.06				21.44
72	0.51	2.93	3.18	4.64								11.25
73	0.29				3.27	4.89						8.46
74	35.76	63.73	44.38	27.01	34.27	18.25				11.48	15.39	259.27
75	0.13											0.13
76	6.95	11.80	33.75	19.28	40.16	33.25	62.68	22.09		11.29	12.46	253.91
77	1.45	0.51	1.35	2.22								5.53
78	0.59	1.42					6.17		8.57			16.75
79	0.37					4.76			9.26			14.40
80	0.16											0.16
81	0.46		1.12									1.59
82	0.71											0.71
83	0.55	0.57	3.19		9.95							14.25

Continua

